

Nivel óptimo de lisina digestible en dietas para gallinas de postura de primer ciclo

Optimal biological digestible lysine requirements for first-cycle laying hens

Ana Luisa Cevallos Gordon^a, Benjamín Fuente Martínez^{bc}, Arturo Cortés Cuevas^b,
Ernesto Ávila González^b

RESUMEN

Con el objeto de determinar el nivel óptimo biológico de lisina digestible en gallinas productoras de huevo para plato, se realizó un experimento con 336 gallinas de la línea Isa Babcock B-300 de 32 semanas de edad alojadas en jaulas. Se utilizó un diseño completamente al azar, de siete tratamientos con cuatro repeticiones de 12 gallinas cada una. Los tratamientos, variaron de 0.50 a 0.74 % de lisina digestible, con incrementos de 0.04 %. Las dietas fueron con base en sorgo, pasta de soja y pasta de ajonjolí con 15 % de proteína cruda; L-lisina HCl se adicionó para lograr los diferentes niveles de inclusión. Se llevaron registros semanales de porcentaje de postura, peso promedio de huevo, masa de huevo, conversión alimentaria y consumo de alimento; a la mitad del experimento se midieron los componentes del huevo (porcentaje de clara, yema y cascarón). Los datos obtenidos, se analizaron mediante un análisis multivariado con la técnica de componentes principales y posteriormente se realizó un análisis de regresión con transformación cuadrática. Los resultados obtenidos en 49 días de experimentación, analizados por la técnica de componentes principales para porcentaje de postura (0.816), peso promedio del huevo (0.590), masa de huevo (0.899), consumo de alimento (0.657), conversión alimentaria (-0.648), porcentaje de yema (-0.740), porcentaje de clara (0.861) y porcentaje de cascarón (-0.844) mostraron un efecto cuadrático ($P < 0.01$); el cálculo del nivel óptimo biológico se determinó en 0.657 % de lisina digestible o 12.14 mg de lisina por gramo de masa de huevo.

PALABRAS CLAVE: Lisina digestible, Comportamiento productivo, Gallinas, Nivel óptimo biológico.

ABSTRACT

The optimum biological digestible lysine level in laying hens past production peak was determined in a 7-wk trial using diets with different digestible lysine levels. A total of 336 Isa Babcock B-300 laying hens (32 wk old) housed in cages were distributed randomly in seven treatments with four replicates each and 12 hens per replicate. The basal diet was based on sorghum, soybean and sesame meal, contained 15 % crude protein and 0.50 % digestible lysine. Six experimental diets were formulated with digestible lysine levels ranging from 0.50 % to 0.74 %; L-lysine HCl was added to increase lysine levels by 0.04 % in each successive diet. Production variable data were recorded weekly: average egg weight, egg mass, feed conversion and feed intake. At 3.5 weeks, egg component variable data (percentage albumen, yolk and shell) were collected. Data were analyzed using a multivariate analysis with the principal components technique, and a regression analysis with quadratic transformation. The principal components exhibited a quadratic effect ($P < 0.01$), with egg mass (0.899) having a greater effect on digestible lysine requirements than other components, such as egg weight (0.590). Egg mass was thus used to calculate the optimum biologically digestible lysine level requirement for the studied laying hens, which was 0.659 %, or 12.14 mg lysine per gram egg mass.

KEY WORDS: Digestible lysine, Performance, Laying hens, Biologically optimum level.

La selección genética en la gallina de postura ha incrementado en los últimos 50 años la capacidad

Genetic selection of laying hens over the last 50 yr has more than doubled egg production capacity.

Recibido el 20 de febrero de 2008. Aceptado para su publicación el 4 de junio de 2008.

^a Universidad Central de Ecuador.

^b Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión Avícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. Salvador Díaz Mirón s/n, Col. Zapotitlán, Deleg. Tláhuac 13209, México, DF. Tel y fax/ 01 (55) 58450029 y 58451530. benjaminfuente@yahoo.com.mx. Correspondencia al segundo autor.

^c Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco

de producción de huevos a más del doble; las estirpes modernas producen al año 160 huevos más por ave, el huevo es 14 % más pesado y alcanzan la madurez sexual a una edad más temprana, lo que se traduce en casi 9 kg más de masa de huevo por gallina⁽¹⁾. El mejoramiento genético, también ha aumentado las necesidades de aminoácidos esenciales en la dieta para poder apoyar una mayor producción y masa de huevo. Para el nutriólogo, es necesario conocer las necesidades de aminoácidos de la dieta y saber el contenido de aminoácidos digestibles de los ingredientes alimenticios⁽²⁾, para formular la dieta lo más cercano a los requerimientos reales de la gallina de postura, empleando los aminoácidos sintéticos más limitantes como son la metionina y la lisina.

La investigación sobre las necesidades cuantitativas de lisina total para las gallinas Leghorn blancas, ha traído como consecuencia un amplio espectro de respuesta en el tiempo. En la década de los 70s se mencionaron necesidades de 650 a 780 mg por ave por día^(3,4), en la década de los 80s⁽⁵⁻⁸⁾ fueron de 700 a 860 mg por ave por día. En la década de los 90s se informó que para gallinas de 44 semanas de edad, recibiendo dietas con 16 y 14 % de proteína, las necesidades eran de 747 y 852 mg por ave por día respectivamente⁽⁹⁾. Otros autores mencionaron, para dietas con 12.9 % de proteína, necesidades de lisina total por ave por día de 611 mg para un óptimo comportamiento productivo⁽¹⁰⁾. Otros notificaron 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⁽¹¹⁾. El NRC⁽¹²⁾ indica como mínimo un consumo de 690 mg de lisina total por ave por día.

En dietas prácticas se recomienda 0.77 % de lisina total en dietas con 15 a 17 % de proteína⁽¹³⁾. También se recomendó, un consumo de lisina de 900 mg, con niveles altos de aminoácidos azufrados totales en la dieta para máximo tamaño del huevo⁽¹⁴⁾. El manual de la estirpe Isa Babcock⁽¹⁵⁾, 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. Al respecto a finales de los 90s se sugirió que las necesidades de aminoácidos fueran

Modern stocks produce 160 eggs per hen, eggs are 14 % heavier, and hens reach sexual maturity at an earlier age, meaning they produce almost 9 kg more egg mass per hen⁽¹⁾. Genetic improvement, however, has also increased dietary essential amino acids requirements to support this greater egg production and mass. Poultry nutritionists thus need to understand dietary amino acids requirements and know the digestible amino acids contents of feed ingredients⁽²⁾ to formulate diets as near as possible to the real requirements of laying hens, usually using synthetic versions of the most limiting amino acids: methionine and lysine.

During the last 30 yr, research into the quantitative requirements of total lysine in white Leghorn hens has produced a wide spectrum of results. In the 1970s, requirements were reported as ranging from 650 to 780 mg/hen/d^(3,4), while in the 1980s the range was reported as between 700 and 860 mg/hen/d⁽⁵⁻⁸⁾. Reports in the 1990s contained a number of different values. In a study of 44-wk old hens fed a 16 % protein diet the total lysine requirement was 747 mg/hen/d, and in a 14 % protein diet it was 852 mg/hen/d⁽⁹⁾. In contrast, other authors stated that with 12.9 % protein diets, the total lysine requirement was 611 mg for optimum production performance⁽¹⁰⁾. Still other studies contained values of 823 mg/hen/d for maximum production and 818 mg for greater daily egg mass⁽¹¹⁾. The NRC⁽¹²⁾ states minimum total lysine intake requirements for hens to be 690 mg.

Recommended total lysine level is 0.77 % in 15 to 17 % protein diets⁽¹³⁾, and recommended lysine intake is 900 mg, with high total dietary sulphur amino acid levels for maximum egg size⁽¹⁴⁾. The Isa Babcock stock manual contains recommendations for total lysine intake of 800 to 860 mg/hen/d for commercial systems, depending on production stage. Research in the late 1990s suggested that, given the large differences between ingredient digestibilities, amino acids requirements should be based on digestible amino acids⁽¹⁶⁾. Under this assumption, ileal digestible lysine requirements of 720 mg/hen/d were determined for maximum daily egg mass production per hen (57 g)⁽¹⁷⁾. More recent determinations show 675 mg/hen/d to be the

en base a aminoácidos digestibles, por la gran diferencia que existe en la digestibilidad de los ingredientes⁽¹⁶⁾. Se reportaron, necesidades de lisina digestible ileal de 720 mg por ave por día, para máxima producción de masa de huevo diaria/ave (57 g)⁽¹⁷⁾. Recientemente se determinaron necesidades de lisina digestible por ave por día de 675 mg para máxima producción de masa de huevo/ave (51.25 g)⁽¹⁸⁾.

Con la aplicación del concepto de proteína ideal, en base a la digestibilidad de aminoácidos, utilizando gallinas de 24 semanas de edad de la estirpe Isa Babcock B-300 encontraron que para una máxima productividad se requirieron de 655 mg por ave por día de lisina digestible⁽¹⁹⁾. Otros indican de 663 a 796 mg por ave por día dependiendo de la masa de huevo producida⁽²⁰⁾. También se ha informado que se requiere de 611 mg de lisina digestible para tener una masa de huevo de 46.7 g por ave por día en gallinas de postura Hy Line W36 de 23 a 34 semanas de edad⁽²¹⁾.

Con estos antecedentes, se realizó el presente trabajo para obtener información, si las necesidades de lisina digestible en gallinas en postura de tipo ligero Leghorn blancas, son diferentes después del pico de producción.

Se realizó un experimento, empleando un diseño 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 con clima templado subhúmedo, y bajo grado de humedad $C_w(w)(w)$ ⁽²²⁾.

Se emplearon 336 gallinas Leghorn blancas de la línea Isa Babcock B-300 de 32 a 39 semanas de edad, se distribuyeron aleatoriamente en siete tratamientos, con cuatro réplicas de doce gallinas cada una. En el Cuadro 1, se muestra la composición de la dieta basal utilizada para conocer las necesidades de lisina digestible con base en sorgo, pasta de soya, pasta de ajonjolí y aminoácidos sintéticos empleados. La dieta contenía 15.0 % de

digestible lysine requirement for maximum egg mass production per hen (51.25 g)⁽¹⁸⁾.

In a study using 24-wk old Isa Babcock B-300 hens in which the ideal protein concept was used, and based on amino acid digestibility, it was found that maximum production required 655 mg/hen/d of digestible lysine⁽¹⁹⁾. Other authors have reported that 663 to 796 mg/hen/d is appropriate depending on egg mass production⁽²⁰⁾. Finally, in a study with 23 to 34-wk old Hy Line W36 laying hens, it was found that 611 mg digestible lysine was needed to attain a daily egg mass of 46.7 g per hen.

The present study objective was to determine optimum digestible lysine requirements for

Cuadro 1. Composición de la dieta basal para determinar las necesidades de lisina digestible en gallinas de postura

Table 1. Composition of basal diet used to determine digestible lysine requirements in laying hens

Ingredients	Amount, kg
Sorghum	680.461
Soy paste	123.008
Sesame paste	82.182
Calcium carbonate	81.800
Calcium phosphate	13.688
Vegetable oil	6.810
Salt	3.830
Tagetes yellow dye ^a	1.000
DL-methionine	0.862
Capsicum red dye ^a	0.800
60 % Choline chloride	0.500
Mineral premix ^b	0.500
L-threonine	0.369
Vitamin premix ^c	0.250
Zinc bacitracine	0.100
Sugar	3.840
Total	1000

a 15 g yellow and 5 g red.

b Mineral premix per kilogram: Mn 120 g; Zn 120 g; Fe 120 g; Cu 12 g; I 0.60 g; Se 0.40 g; Co 0.20 g; Vehicle sufficient for 1000 g.

c Vitamin premix per kilogram: A 40,000,000 IU; D3 8,000,000 IU; E 40 g; K 10 g; B1 4 g; B2 20 g; B6 8 g; B12 60 mg; folic acid 1.2 g; Niacine 100 g; Pantothenic acid 32 g; Vehicle sufficient for 1000 g.

proteína cruda, 2,800 kcal /kg de EM y 0.50 % de lisina digestible, y se elaboraron las dietas experimentales con los niveles de lisina digestible que variaron de un rango de 0.50 a 0.74 %, con incrementos de 0.04 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 (Cuadro 2).

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 del aminoácido en la dieta, por debajo de lo recomendado por el NRC⁽¹²⁾, 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. Previo a la formulación de la dieta basal, se hicieron análisis del contenido de proteína cruda en los ingredientes mediante la técnica que marca el AOAC (procedimiento 955.04)⁽²³⁾ y se les realizaron análisis químicos para la determinación de aminoácidos totales⁽²⁴⁾. Para calcular los valores de la digestibilidad de los aminoácidos de los ingredientes, se tomaron los coeficientes del material publicado en México⁽¹⁶⁾.

Cuadro 2. Análisis determinado y calculado de la dieta basal (%)

Table 2. Determined and calculated analysis of basal diet (%)

Nutrients	
Crude protein	15.00*
Metabolizable energy, kcal/kg	2800**
Lysine	0.584*
Digestible lysine	0.500**
Methionine + Cystein	0.639*
Methionina + Digestible cystein	0.536**
Threonine	0.557*
Digestible threonine	0.456**
Tryptophan	0.176*
Arginine	1.002*
Total calcium	3.600*
Available phosphorous	0.380*

* Determined. **Calculated

maximum egg production in Isa Babcock B-300 white Leghorn laying hens past their production peak.

The experiment was done at the Center for Poultry Production Teaching, Research and Extension, Faculty of Veterinary Medicine and Zootechny, Universidad Nacional Autónoma de México, located in Santiago Zapotitlán, Mexico City. Experimental site altitude is 2,250 m asl and climate is humid temperate with low humidity $C_w(wo)(w)$ ⁽²²⁾.

Experimental animals were 336 Isa Babcock B-300 line white Leghorn hens aged 32 to 39 wk housed in cages in a chicken shed with a natural, conventional type environment. During the 7-wk experiment, natural light was complemented with artificial lighting to produce a 16 h L : 8 h D photoperiod⁽²⁵⁾, and food and water were offered *ad libitum*. Animals were randomly distributed into seven treatments with four replicates per treatment and twelve hens per replicate. A basal diet was used to determine digestible lysine (Lys) requirements. This diet contained sorghum, soy paste, sesame paste and synthetic amino acids, and contained 15.0 % crude protein, 2,800 kcal/kg metabolizable energy (ME) and 0.50 % digestible Lys (Table 1). Six experimental diets were formulated to contain digestible Lys levels ranging from 0.50 to 0.74 %, that is, with increases of 0.04 % in each successive diet. Lysine levels were manipulated by substituting L-Lys HCl for sugar in the basal diet so as not to alter experimental diet nutritional value (Table 2).

With the exception of Lys, essential amino acid levels met requirements in all seven diets. The Lys level in the basal diet was lower than recommended by the NRC⁽¹²⁾, which expresses the requirement in total base and undigestible Lys, but does state that digestible amino acid requirements are 10 % lower than total requirements. Before basal diet formulation, an analysis was done of crude protein content in diet ingredients (AOAC, 955.04)⁽²³⁾, and chemical analyses were done to determine total amino acids contents⁽²⁴⁾. Ingredient amino acids digestibility values were calculated using published coefficients⁽¹⁶⁾.

En la caseta, la luz natural fue complementada con luz artificial para contar con un fotoperíodo de 16 h⁽²⁵⁾ En el transcurso del experimento, el agua y el alimento se ofrecieron a las aves a libertad, durante siete 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 x peso del huevo en g/100], consumo de alimento y conversión alimentaria (variables productivas). A la mitad del experimento a seis huevos tomados al azar por réplica (24 por tratamiento), se les determinó el porcentaje de los componentes del huevo (yema, clara y cascarón) de acuerdo a la metodología empleada por Keshavarz⁽²⁶⁾. Para el análisis estadístico multivariado, se utilizó el paquete estadístico de SPSS⁽²⁷⁾. Además, con el objeto de reducir el número de variables a analizar, se utilizó la técnica de componentes principales, la cual tiene como objetivo de derivar una combinación lineal estandarizada de un conjunto de variables, y que se retenga lo más posible de la información de las variables originales. Para obtener la nueva variable se multiplica cada uno de los coeficientes por cada una de las variables originales estandarizadas y se suman, y a esta nueva variable se le realizó una regresión cuadrática; finalmente por medio de la derivada de la fórmula de regresión se buscó el valor que maximizará al componente principal^(28,29).

Eggs were collected daily at 1100, counted and weighed. A summary was generated of laying percentage, average egg weight, daily egg mass [% laying x egg weight in g/100], feed intake and feed conversion (production variables). At the half-way point in the experiment (3.5 wk), six eggs were randomly selected from each replicate (24 per treatment) and analyzed to determine egg components (yolk, albumin and shell) following the methodology of Keshavarz⁽²⁶⁾.

A multivariate statistical analysis was done with the SPSS statistical package⁽²⁷⁾. The principal components technique was employed to reduce the number of variables to be analyzed. This serves to derive a standardized linear combination from a group of variables while retaining the largest possible amount of information from the original variables. The new variable is generated by multiplying each coefficient by each of the standardized original variables and adding them. A quadratic regression is then done on this new variable and finally the value that will maximize the principal component is determined using the derivative of the regression formula^(28,29).

Up to the 0.62 % level laying percentage improved as Lys level increased, with this level having the highest egg production (92.9 %), egg weight (54.7 g) and egg mass/hen/day (48.4 g), as well as

Cuadro 3. Datos en 49 días de comportamiento productivo de gallinas alimentadas con diferentes niveles de lisina digestible

Table 3. Productive performance of hens fed diets containing different digestible lysine levels during 7-wk study period

	Lysine level, %							SEM
	0.50	0.54	0.58	0.62	0.66	0.70	0.74	
Laying, %	86.6	88.8	92.6	92.9	89.5	92.7	91.7	0.59
Egg weight, g	58.4	59.6	59.3	59.2	60.5	59.6	59.7	0.17
Daily egg mass, g	50.6	52.9	54.9	55.0	54.1	55.2	54.8	0.42
Feed intake g/ hen/ day	98.5	99.9	102.4	103.3	99.6	100.8	103.3	0.51
Feed conversion	1.968	1.920	1.892	1.896	1.877	1.853	1.925	0.001
Yolk, %	26.7	26.0	26.3	27.0	26.5	26.4	27.5	0.13
Albumin, %	63.2	64.0	63.8	63.6	63.5	64.3	62.4	0.18
Shell,%	10.0	9.9	9.8	9.3	9.9	9.2	10.0	0.12

SEM = Standard error mean.

Conforme se fue incrementando el nivel de lisina en la dieta basal, se mejoró el porcentaje de postura hasta el nivel de 0.62 %, donde se obtuvo la más alta producción de huevo (92.9 %), peso de huevo (54.7 g) masa de huevo ave-día (48.4 g) y también se obtuvo la mejor conversión alimentaria (1.85 kg:kg). En los componentes del huevo (yema, clara y cascarón) no se observó ningún cambio en los diferentes tratamientos (Cuadro 3).

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 fue para el porcentaje de yema; esto significa que a mayor producción de huevo, peso del huevo, consumo de alimento y masa de huevo, mejora la conversión alimentaria.

Utilizando los resultados del componente principal, 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 54.11 % y una significancia de ($P < 0.01$) entre las variables, y la lisina es explicada por la siguiente ecuación $Y = -36.91 + 114.11X - 86.58(X)^2$.

Finalmente, se obtuvieron los datos que sugieren el máximo nivel de inclusión; en la Figura 1, se nota

Cuadro 4. Coeficientes para obtener la combinación lineal de las variables estudiadas

Table 4. Principal component coefficients used to produce linear combination of studied variables

Variable	Coefficient
Principal component	
Laying, %	0.816
Egg weight, g	0.590
Feed intake/hen/d, g	0.657
Feed conversion, kg:kg	-0.648
Egg mass/hen/d, g	0.899
Egg yolk, %	-0.740
Egg albumin, %	0.861
Egg shell, %	-0.844

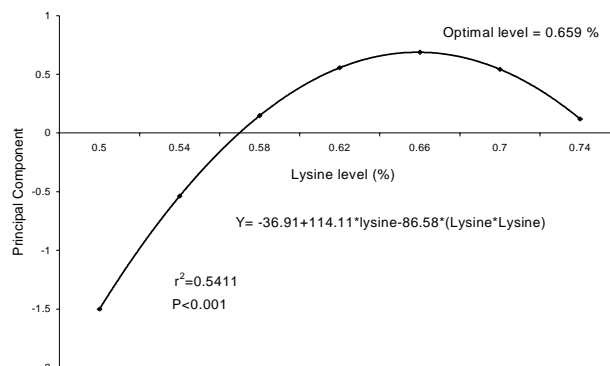
the best feed conversion rate (1.85 kg:kg) (Table 3). The basal diet with the lowest Lys inclusion level decreased productive performance and negatively affected feed intake. As reported by other researchers, feed intake increased gradually as Lys inclusion level increased^(19,29). No significant changes between treatments were observed in egg components (yolk, albumin and shell).

In the principal components analysis, the highest coefficient corresponded to egg mass and the lowest to yolk (Table 4), meaning that feed conversion improves as egg production, egg weight, feed intake and egg mass increase. Using the principal component results, a quadratic regression was done with the studied amino acids levels to determine the relationship with the different amino acids. This produced a determination coefficient of 54.11 %; high significance ($P < 0.01$) between variables and showed Lys to be explained by the equation: $Y = -36.91 + 114.11X - 86.58(X)^2$. Finally, the principal component showed maximum Lys inclusion level to be 0.659 % of digestible Lys in the ration, or 657 mg/hen/d, that is, 12.14 mg Lys/g egg mass (Figure 1).

The Lys-protein ratio which produced optimum productive performance here was 4.4 % digestible Lys, which is higher than the 4.1 % indicated by the NRC⁽¹²⁾, and nearer the 4.6 and 4.7 % reported by other authors^(19,21). This discrepancy may be

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

Figure 1. Optimum digestible lysine level based on principal component



que el nivel óptimo para lisina digestible fue de 0.659 % en la ración o 657 mg/ave/día, es decir, se requieren 12.14 mg de lisina por gramo de masa de huevo.

En el experimento conducido, la dieta basal con el porcentaje de inclusión más bajo en lisina, además de producir en las gallinas una disminución en su comportamiento productivo, afectó en forma negativa el consumo de alimento (Cuadro 3). El consumo de alimento se incrementó gradualmente en función de las inclusiones de lisina, tal como lo han indicado varios investigadores^(19,29).

La relación lisina-proteína en este estudio para un máximo comportamiento productivo fue de 4.4 % de lisina digestible. Este resultado es mayor a lo que marca el NRC⁽¹²⁾ (4.1 %), y más cercano a lo que mencionan otros autores (4.6 %)⁽¹⁹⁾ y (4.7 %)⁽²¹⁾ posiblemente debido a que la gallina actual, por su mayor producción, requiere de mayor cantidad de lisina para la formación de huevo a lo que menciona el NRC⁽¹²⁾. La menor relación de este aminoácido (4.4 % de lisina digestible), se deba a la edad de las gallinas que en este estudio fue después del pico de producción (32 a 39 semanas de edad) en relación a lo reportado por la literatura^(19,21).

Los valores obtenidos como óptimos para lisina, resultaron ser de 657 mg/ave/día, superiores a lo informado por el NRC⁽¹²⁾ en 5.5 %, pero similares a lo encontrado recientemente⁽¹⁹⁾ (655 mg de lisina digestible) para gallinas en el pico de producción (24 semanas de edad).

Por otro lado, en la literatura más reciente, no se indican rangos precisos en los niveles sugeridos para este aminoácido, debido probablemente a la diferencia en ingestión diaria, como por ejemplo: la variabilidad en la digestibilidad de los aminoácidos contenidos en los ingredientes de la dieta^(13,24). Sin embargo, al considerar las necesidades de aminoácidos en forma digestible y no en forma total, el rango para las necesidades diarias es menor que con aminoácidos totales, lo que indica mayor precisión en la estimación de los requerimientos. Por otro lado, la discrepancia con los valores de Coon y Zhang⁽¹⁸⁾ (675 mg de lisina digestible), es pequeña si se considera que estos

due to the fact that, because of their higher production capacity, current hen lines require more Lys for egg formation than indicated by the NRC⁽¹²⁾. The lower ratio (4.4 % digestible Lys) observed here was the result of the hens being past their production peak and older (32 to 39 wk) than those reported in the literature^(19,21).

Optimum Lys levels were found to be 657 mg/hen/d, which is 5.5 % higher than stated by the NRC⁽¹²⁾, but similar to recently reported⁽¹⁹⁾ levels for hens at the peak of production (24 wk old). However, the recent literature does not include precise ranges of suggested Lys levels, probably because of differences in daily intake; for example, the variable digestibilities of the amino acids contained in diet ingredients^(13,24). Considering amino acid requirements in digestible form produces a daily requirement range that is narrower than when total amino acids are used, meaning requirements estimation is more precise.

The discrepancies between the optimum Lys level determined here and the 675 mg reported by Coon and Zhang⁽¹⁸⁾, is small considering that, like many researchers in recent years, they used egg mass (laying percentage x egg weight) as the only response variable, while in this study and one other⁽¹⁹⁾ eight variables were used. Consequently, it is quite possible that the digestible Lys values reported here and in Fuente *et al*⁽¹⁹⁾, more accurately reflect what is occurring in producing hens. This said, the highest principal component coefficient determined here (0.899) was for egg mass/hen/d, indicating that egg mass production per hen is a better criterion than egg weight (0.590) for evaluation of Lys requirements since as egg weight decreases so does egg mass.

The results indicate that for maximum egg production in Isa Babcock B-300 laying hens, the current optimum dietary digestible lysine level is 657 mg/hen/d or 12.14 mg/g egg mass. This level is similar to that reported for laying hens at their production peak, meaning lysine requirements do not change greatly over time.

End of english version

investigadores como en muchos estudios en los últimos años, utilizaron a la masa de huevo (porcentaje de postura x peso del huevo) como única variable de respuesta, y en el presente estudio y en el de otro autor⁽¹⁹⁾ se emplearon ocho variables. Quizás, los valores de lisina digestible obtenidos en este trabajo y en el de Fuente *et al*⁽¹⁹⁾, ajusten de manera más precisa lo que está sucediendo actualmente en la gallina en producción. Sin embargo, hay que señalar también que el coeficiente obtenido en el componente principal (0.899) fue mayor para la masa de huevo ave/día, lo que indica que la producción de masa de huevo por ave, es un mejor criterio que el peso del huevo (0.590) para evaluar los requerimientos de estos aminoácidos, pues a menor peso del huevo, se reduce su masa.

De los resultados obtenidos, se puede inferir que las necesidades ideales actuales de lisina digestible en la dieta, para una máxima producción de huevo en gallinas Isa Babcock B-300 son 657 mg por ave por día o 12.14 mg de lisina por gramo de masa de huevo.

LITERATURA CITADA

- Jones DR, Anderson KE, Davis GS. The effects of genetic selection on production parameters of single comb white leghorn hens. *Poult Sci* 2001;80:1139-1143.
- Coon C. Requerimientos y perfil ideal de aminoácidos en ponedoras comerciales. XII Congreso Bienal AMENA. Puerto Vallarta, Jal. 2005.
- Jensen LS, Chang CH, Falen L. Response to lysine supplementation by laying hens fed practical diets. *Poult Sci* 1974;53:1387-1391.
- Latshaw JD. Lysine requirement of hens fed diets with corn as the major cereal grain. *Poult Sci* 1976;55:2348-2353.
- Nathanael AS, Sell JL. Quantitative measurements of the lysine requirement of the laying hen. *Poult Sci* 1980;59:594-597.
- Van Weerden EJ, Schutte JB. Lysine requirement of the laying hen. *Arch Geflügelkd* 1980;44:36-40.
- Uzu G, Larbier M. Lysine requirement in laying hens. *Arch Geflügelkd* 1985;49:148-150.
- Al Bustany Z, Elwinger K. Response of laying hens to different dietary lysine intakes. *Acta Agric Scand* 1987;37:27-40.
- Noyola ADH, Avila GE, Vásquez PC. Determinación de las necesidades de lisina en gallinas Leghorn en producción. *Vet Méx* 1990;21:274-283.
- Hijikuro SM, Yamazaki M. Available lysine requirement of laying hens. *Jpn Poult Sci* 1991;28:95-100.
- Harms RH. A new method approach to defining amino acid requirements. III Simposium de Avances Tecnológicos Modernos; Ixtapa Zihuatanejo (Guerrero) México. NOVUS Internacional de México SA de CV 1992:2-23.
- National Research Council. Nutrient Requirements of Poultry 9th rev. Washington, DC: National Academic Press; 1994.
- Cuca GM, Avila GE, Pro MA. Alimentación de las aves. 8^a ed. México: Universidad Autónoma de Chapingo; 1996.
- Sheideler SE. Dietary lysine and tsa supplementation in layer diets interactions and effects on egg yields. Degussa Technical symposium. EUA. Indianapolis (Indiana):DEGUSSA Corporation; 1997:9-17.
- Babcock. Guía de manejo Babcock B-300 ponedoras de huevos blancos. Babcock 2006.
- Mariscal G, Avila E, Tejada I, Cuarón JA, Vásquez C. Tabla de contenido de aminoácidos totales y digestibles verdaderos para pollos de los principales ingredientes utilizados en Latinoamérica. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. 1995.
- Schutte JB, Slink W. Requirement of the laying hen for apparent fecal digestible lysine. *Poult Sci* 1998;77:697-701.
- Coon C, Zhang B. Ideal amino acid profile and metabolizable energy requirements for layers. 59th Minnesota Nutrition Conference & IPC Technical Symposium; E.U. Bloomington (Minnesota): University of Minnesota Extension Service. 1998:263-278.
- Fuente MB, Días CA, Lecumberri LJ, Avila GE. Necesidades de lisina y aminoácidos azufrados digestibles en gallinas Leghorn. *Vet Méx* 2005;36(2):135-145.
- Rostagno HS. Tablas brasileñas para aves y cerdos. 2^a ed. Brasil: Editorial Universidad Federal de Vicosa Depto de Zootecnia; 2005.
- Rosales ME. Uso de proteína ideal en gallina de postura [tesis maestría]. Los Altos (Jalisco) México: Centro Universitario de los Altos Univ de Guadalajara; 2005.
- García ME. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones particulares de la República Mexicana. México (DF): Talleres Offset Laros; 1988.
- Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15th ed. Washington DC: AOAC; 1990.
- Arbeitsgemeinschaft für Wirkstoffe in der Tierernährung e.V. Amino acids in animal nutrition. Bergen, Dumme: AgriMedia Ed; 2000.
- De Blas C, Mateos GG. Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras. Barcelona, España: Editorial AEDOS; 1991.
- Keshavarz K. Investigation on the possibility of reducing protein, phosphorus and calcium requirements of laying hens by manipulation of time of access to these nutrients. *Poultry Sci* 1998;77:1320-1332.
- SPSS Inc. SPSS for windows (Computer program) version 8.0.0 spssinc 1989-1997.
- Denis GZ. Cálculo con geometría analítica. México, DF: Editorial Iberoamericana; 1987:92-196.
- Morris TR, Al-Azzawi K, Gous RM, Glenda LS. Effects of protein concentration on responses to dietary lysine by chicks. *Poult Sci* 1987;2:185-195.