

Efecto de diferentes niveles dietéticos de lisina total sobre la calidad del huevo de codornices japonesas (*Coturnix japonica*)

A. M. A. de Moura¹, R. da Trindade Ribeiro Nobre Soares,
J. B. Fonseca, R. A. Mendonça Vieira, V. L. Hurtado Nery²

Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos, Rio de Janeiro, Brasil
Recibido Octubre 14, 2007 Aceptado Septiembre 21, 2009

Egg quality of Japanese quail (*Coturnix japonica*) fed diets with different levels of total lysine

ABSTRACT. The effects on Japanese quail egg quality of rations containing 18% crude protein and five levels of total lysine (0.6%, 0.8%, 1%, 1.2%, and 1.4%) were evaluated using 400 birds, 70 d of age and 134.8 ± 3.6 g initial live weight, during a 84-d experiment divided into three 28 d periods. Significant ($P < 0.05$) quadratic effects of lysine level were found on egg weight (10.69 g overall mean), weight of egg shell and of yolk, but not of albumin; and percentage of total egg weight constituted by yolk (29.87 mean), and by albumin (61.82 mean), but not by shell (8.3 mean). The treatments did not affect egg shell thickness (0.241 mm mean). The best result was obtained in each case with a lysine level near 1%. As the three periods progressed the absolute and percentage weight of egg shell and its thickness decreased while the opposite occurred with yolk weight.

Key words: Amino acids, Egg quality, Egg shell thickness, Japanese quail, Lysine

RESUMEN. Se evaluó el efecto sobre la calidad de huevo de codornices japonesas de raciones de 18% proteína bruta (PB) y con cinco niveles de lisina total (0.6, 0.8, 1, 1.2 y 1.4%), usando 400 aves, de 70 d de edad y peso medio inicial de 134.8 ± 3.6 g, durante 84 d divididos en tres períodos experimentales de 28 d cada uno. Se detectaron efectos cuadráticos significativos ($P < 0.05$) de los niveles de lisina sobre peso de huevo (10.69 g media global), de cáscara y de yemas, pero no de albumen; y porcentaje del peso total constituido por yema (29.87 media) y albumen (61.82 media), pero no por cáscara (8.3 media). Los tratamientos no afectaron el grosor de la cáscara (0.241 mm media). Se obtuvo el mejor resultado en cada caso con un nivel de lisina cercano al 1%. Al transcurrir los tres periodos el peso absoluto y porcentual de la cáscara y su grosor decrecieron mientras ocurrió lo contrario con el peso de yema.

Palabras-clave: Aminoácidos, Calidad del huevo, Codorniz japonesa, Grosor de la cáscara, Lisina

Introducción

La importancia del balance ideal de aminoácidos esenciales en la ración, como lisina, metionina+cistina, treonina y triptófano, para optimizar el desempeño zootécnico de las codornices es incuestionable. Sin embargo, los datos de exigencias nutricionales relacionadas con la calidad del huevo, no están bien establecidos. Los huevos de codornices presentan semejanzas con el huevo de

gallina en la constitución y composición nutricional (Singh y Panda, 1987). Según Muraki y Ariki (1998), la diferencia en la composición de los huevos de estas dos especies está en que el huevo de codorniz contiene vitamina C, mientras que ésta no existe en el huevo de gallina.

La constitución básica de un huevo de codorniz según García (2001), es 31% de yema, 59.77% de

¹Moura, A.M.A. Investigador - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães/CPqAM/Fiocruz. Av. Moraes Rego, s/n, Campus da UFPE, Várzea, Recife-Pernambuco. Cep: 50670-420. e-mail: antoniol@cpqam.fiocruz.br

²Universidad de los Llanos, Colombia

albumen y 8.62% de cáscara. Las membranas corresponden a 15 y 5% del peso de la cáscara en el huevo de codorniz y de gallina, respectivamente (Pérez y Pérez, 1996). El peso medio del huevo de codorniz es de 10.3 g y corresponde aproximadamente a 8% del peso vivo (PV) del ave. Esto indica gran exigencia en la movilización de nutrientes para la síntesis del huevo. El contenido proteico y energético de la ración es un factor nutricional que influencia el peso de los huevos (Murakami *et al.*, 1993; Shrivastav *et al.*, 1994 y Piccinin, 2002).

Existen numerosos métodos de evaluación de la calidad del huevo. Para la calidad de la cáscara, el método de inmersión en solución salina, para obtención de la gravedad específica (Moreng y Avens, 1990) y medida del grosor de la cáscara (Nordstrom

y Ousterhout, 1982) son los más utilizados. Para la evaluación de la calidad interna del huevo, los métodos frecuentes son la medida de la altura del albumen con posterior cálculo de la Unidad Haugh (Murakami, 1991) y composición proximal de los constituyentes del huevo (Pinto *et al.*, 2003).

Carvalho *et al.* (2005) constataron mejora en la Unidad Haugh de los huevos de gallina con suplementación de lisina y arginina. La última por que las aves no presentan el ciclo de la urea funcional, además la exigencia de arginina es mayor que en los mamíferos (Baker y Molitoris, 1991).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la constitución del huevo de codornices japonesas alimentadas con diferentes niveles de lisina durante la fase inicial de postura.

Materiales y Métodos

El experimento fue realizado en el sector de avicultura del Laboratorio de Zootecnia y Nutrición Animal/UENF, localizado en el municipio de Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil. Fueron utilizadas 400 codornices de la línea Fujikura, con edad inicial de 70 d y 134.75 ± 3.55 g de peso. El experimento tuvo una duración de 84 d, dividido en tres periodos de observación de 28 d cada uno.

Las codornices fueron distribuidas en jaulas de alambre galvanizado, con dimensiones de 1 m de largo x 0.25 m de ancho x 0.2 m de altura, de cuatro subdivisiones de 0.25 m, dispuestas en cinco pisos. Se utilizó un programa de luz (natural y artificial) de 17 h adaptado de acuerdo a la duración de los días en la región. Las condiciones ambientales fueron registradas tres veces al día, con los instrumentos termohigrómetro, termómetros de máxima y mínima y de globo negro, colocados en la línea media entre las baterías. Con estos datos (Tabla 1) se calculó el índice de temperatura de globo negro y humedad (ITGU), propuesto por Buffington *et al.* (1981).

Se evaluaron cinco niveles de lisina total (0.6, 0.8, 1, 1.2, y 1.4%), utilizando una ración de referencia deficiente en lisina (Tabla 2) y luego adicionando L-lisina-HCl (0, 0.191, 0.383, 0.573 y 0.765%), en substitución isométrica al almidón de maíz. Las raciones experimentales fueron formuladas según las exigencias nutricionales para codornices japonesas en postura de NRC (1994), excepto para proteína bruta y lisina total. Se suministró alimento y agua a voluntad durante el experimento.

Se analizaron los ingredientes y las raciones experimentales en el Laboratorio de Zootecnia y Nutrición Animal (CCTA/UENF), para determinación de materia seca, proteína bruta, extracto etéreo, calcio, y fósforo total, según las metodologías descritas por Silva e Queiroz (2002). La composición alimenticia y nutricional de las raciones experimentales se observan en la Tabla 2.

Para el análisis de la constitución del huevo, se secaron las cáscaras en estufa de ventilación forzada por 24 h a 105°C. Posteriormente se pesaron en balanza con aproximación de 0.01 g y se calculó

Tabla 1. Temperaturas máxima y mínima medias, humedad relativa e ITGU, en el interior del galpón experimental durante los diferentes periodos de observación

	Temperatura del aire (°C)		Humedad relativa del aire (%)	ITGU ¹
	Mínima	Máxima		
Período I	20.3 ± 2.7	28.6 ± 2.63	85.1±8.97	72.0 ± 4.15
Período II	21.4 ± 1.49	31.3 ± 1.36	83.3±7.15	73.4 ± 3.12
Período III	24.7 ± 2.76	33.7 ± 2.8	84.6±6.23	74.1 ± 3.63

¹Índice da Temperatura de Globo Negro y Humedad.

Tabla 2. Composición alimenticia y nutricional de la ración basal para codornices japonesas en postura

Ingrediente o nutriente	Concentración
<u>Composición Alimenticia (%)</u>	
Maíz molido (7.1% PB) ²	56.86
Torta de Soya 45% (45.2% PB) ²	10.19
Gluten de maíz (60,0% PB) ²	13.44
Salvado de Trigo (15.8% PB) ²	10.00
Caliza comercial	5.85
Fosfato Bicálcico	1.27
Almidón de maíz	1.50
Suplemento Vitamínico y Mineral ¹	0.50
Sal común (NaCl)	0.30
L-Lisina.HCl (78.4%)	0.00
DL-Metionina (99%)	0.01
L-Treonina (99%)	0.07
BHT ⁴	0.01
<u>Composición Nutricional Calculada</u>	
Proteína Bruta (%) ²	18.00
Energía Metabolizable (kcal/kg) ³	2.90
Fibra Bruta (%)	2.60
Calcio (%) ²	2.50
Fósforo disponible (%)	0.35
Lisina Total (%) ³	0.60
Metionina + Cistina Total (%)	0.75
Treonina Total (%)	0.75
Triptofano Total (%)	0.19
Sodio (%)	0.15

¹Composición/kg de producto: Vit. A , 2.500.000 UI; Vit. D3 625.000 UI; Vit. E, 3.750 mg; Vit. K3, 500mg ; Vit. B1, 500 mg; Vit.B2, 1.000 mg; Vit. B6, 1000 mg; Vit B12, 3.750 mcg; Niacina, 7.500 mg; Ácido pantoténico, 4.000 mg; Biotina, 15 mg; Ácido fólico, 125 mg; Colina, 75.000 mg; Selenio, 45 mg; Iodo, 175 mg; Hierro, 12.525 mg; Cobre, 2.500 mg; Manganeso, 19.500 mg; Zinc, 13.750 mg; B.H.T., 500 mg; Vit. C, 12.500 mg.

²Analizado en el Laboratorio de Zootecnia y Nutrición Animal (UENF);

³Calculado según Rostagno *et al.* (2000);

⁴Antioxidante.

su porcentaje según la fórmula descrita por Abdallah *et al.* (1993). Se separaron las yemas manualmente y se pesaron, para establecer los valores porcentuales de yema sobre el peso del huevo. Se obtuvo el peso del albumen por diferencia entre el peso total del huevo y los pesos de la cáscara y de la yema.

Se midió el grosor de la cáscara según la metodología recomendada por Nordstrom y Ousterhout (1982), retirando cuatro pedazos de aproximadamente 3 mm² de cáscara seca y con membrana, de posiciones equidistantes de la región ecuatorial del huevo. La medición del grosor de la cáscara se obtuvo con micrómetro externo marca Mitutoyo, modelo 103-137 con cursor de 25 mm, lectura de 0.01 mm y precisión de ± 0.002 mm. Se obtuvo el valor medio de las cuatro mediciones.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con medidas repetidas en el tiempo, con cinco tratamientos, cuatro repeticiones y 20 aves por unidad experimental. El modelo estadístico fue el siguiente: $Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + e_{ij} + P_{k(ij)} + TP_{ik} + \alpha_{ijk}$.

En donde:

Y_{ijk} = observación referente al tratamiento i sobre el bloque j y el periodo k

μ = constante general.

T_i = efecto del tratamiento i, siendo i = 1, 2, 3, 4 y 5.

B_j = efecto del bloque j, siendo j = 1, 2, 3 y 4.

e_{ij} = efecto residual de las parcelas

$P_{k(ij)}$ = efecto del periodo k, siendo k = 1, 2 y 3.

TP_{ik} = efecto de la interacción entre el tratamiento i y el periodo k.

e_{ijk} = error aleatorio asociado a cada observación.

Se analizaron los datos usando el Programa SAEG (UFV, 1999). La respuesta de las variables

analizadas se evaluó en función del desmembramiento de la suma de cuadrados referentes a los niveles de lisina y sus componentes lineal, cuadrático y cúbico.

Resultados y Discusión

No hubo efecto de interacción entre los niveles de lisina y los periodos de observación ($P > 0.05$), por eso los efectos fueron analizados aisladamente. Hubo efecto de la suplementación de lisina ($P < 0.05$) sobre el peso del huevo, peso de la yema, porcentaje de yema y de albumen (Tabla 3).

Los niveles de lisina total influenciaron de forma cuadrática el peso medio de los huevos ($P < 0.05$), según la ecuación $Y = 7.8264 + 5.8048X - 2.7247X^2$ ($R^2 = 0.94$), con punto de máxima función estimado en 1.06% de lisina total correspondiente a 10.92g por huevo (Figura 1).

El nivel de 0.6% lisina proporcionó el menor peso del huevo (10.37g) indicando ser un nivel insuficiente para maximizar dicho peso y la masa de huevo producida durante el ciclo de postura. Al otro extremo, el nivel de 1.4% de lisina parece perjudicar el mecanismo de formación del huevo.

Estos resultados concuerdan con Oliveira *et al.* (1999) que observaron efecto cuadrático de los niveles de lisina sobre el peso medio del huevo, recomendando el nivel de 1.0% de lisina para raciones con 19% de proteína bruta (PB). Entre tanto, Pinto *et al.* (2003) constataron efecto lineal sobre el peso de los huevos, concluyendo que los niveles de lisina digestible utilizados (0.80, 0.90, 1.00,

1.10, 1.20 y 1.30%) no fueron suficientes para promover peso máximo del huevo. Ribeiro *et al.* (2003), utilizando raciones con 20 y 23% PB, no comprobaron efecto de los niveles de lisina total (0.80, 0.95, 1.10, 1.25 y 1.40%) sobre el peso medio de los huevos. Sin embargo, concluyeron que el peso del huevo aumenta cuando se eleva el nivel de PB en la ración de 20 para 23%.

Hubo efecto cuadrático sobre el peso de la cáscara ($P < 0.05$) con óptimo nivel de lisina total estimado en 1.11% dado por la ecuación $Y = 0.7187 + 0.3284X - 0.1473X^2$ y $R^2 = 0.62$ (Figura 2). El aumento del peso de la cáscara en respuesta a los niveles de lisina, acompañó el aumento del peso del huevo, sin aumentar el porcentaje de esta fracción del huevo.

Esta respuesta es deseable, puesto que el aumento en la relación porcentual de la cáscara reduciría una de las fracciones comestibles, como la yema o el albumen. Una exigencia del consumidor es adquirir el producto con la mayor cantidad posible de la fracción comestible y menos cáscara.

Pinto *et al.* (2003) verificaron reducción lineal del porcentaje de cáscara con el aumento de los niveles de lisina digestible en la ración, que explicaron por un aumento en el peso y la producción misma de huevos.

Tabla 3. Peso de huevo (PH), peso de la cáscara (PC), peso de la yema (PY), peso del albumen (PA), porcentaje de cáscara (CC%), porcentaje de yema (YE%), porcentaje de albumen (AB%) y grosor de cáscara (GC) en función de los niveles de lisina en las raciones

Nivel de lisina (%)	PHg	PCg	PYg	PAg	CC%	YE%	AB%	GC mm
0.6	10.37	0.87	3.07	6.43	8.39	29.56	62.05	0.245
0.8	10.63	0.88	3.14	6.62	8.24	29.51	62.25	0.241
1	10.94	0.9	3.33	6.72	8.18	30.45	61.37	0.237
1.2	10.91	0.92	3.26	6.73	8.43	29.90	61.68	0.245
1.4	10.58	0.88	3.17	6.54	8.26	29.91	61.75	0.237
Media	10.69	0.89	3.19	6.61	8.30	29.87	61.82	0.241
CV %	3.66	4.11	4.57	3.67	5.39	1.65	0.73	3.40
Valor P_N	**	**	**	n.s.	n.s.	**	**	n.s.

**Efecto cuadrático ($P < 0.05$)

n. s. - No significativo por la prueba F (> 0.05).

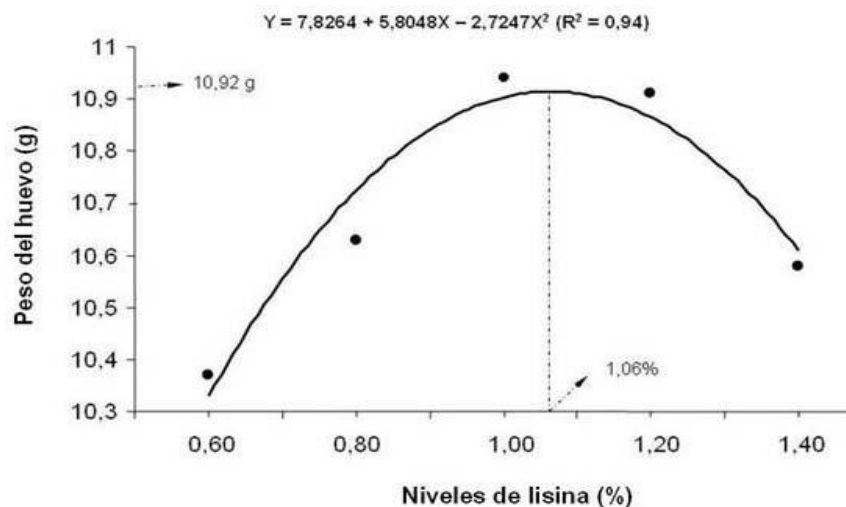


Figura 1. Peso del huevo en función del nivel de lisina total en la ración

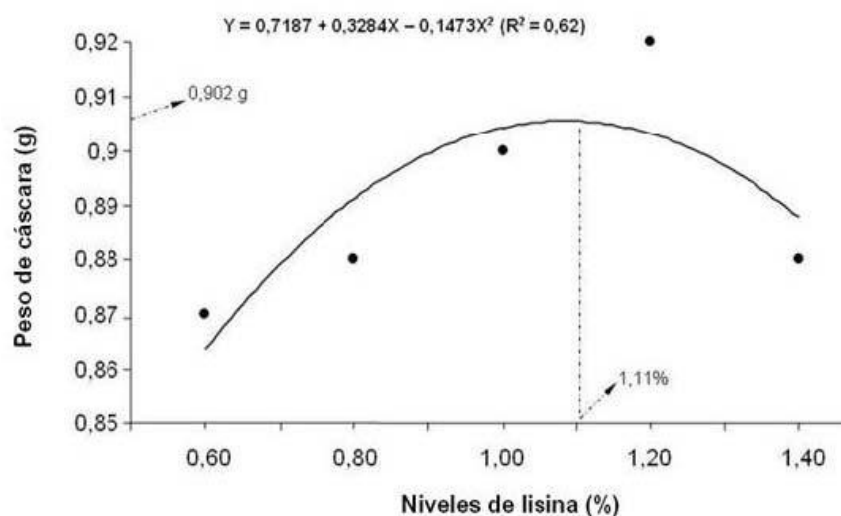


Figura 2. Peso de la cáscara en función del nivel de lisina total en la ración

El peso de yema acusó efecto cuadrático de los niveles de lisina total, según la ecuación $Y = 2.0490 + 2.2986X - 1.0685X^2$ ($R^2 = 0.82$), ajustándose el máximo al nivel de 1.08% (Figura 3). Los niveles de 0.6 y 1.4% actuaron negativamente sobre la síntesis de yema. El primer nivel pudo ser deficiente y el segundo pudo aumentar la excreción nitrogenada, reduciendo la disponibilidad de otros aminoácidos esenciales para la síntesis de yema, como la arginina. Según Nunes (1998), niveles elevados de lisina aumentan la excreción de arginina por mayor actividad de la arginasa.

Se verificó efecto cuadrático ($P < 0.05$) para la relación porcentual de yema de acuerdo a la ecuación $Y = 27.062 + 5.449X - 2.4509X^2$ ($R^2 = 0.45$), donde el punto de máxima función calculado fue de

1.11% de lisina total (Figura 4). Este mayor rendimiento de yema puede ser debido a un mejor balance de aminoácidos, lo cual impide que se presenten desvíos de los grupos aminos de la lisina para la síntesis de aminoácidos no esenciales, hecho que ocurre cuando hay deficiencia de aminoácidos esenciales y de proteína bruta.

Sin embargo, estos resultados son inferiores a los relatados por Ribeiro *et al.* (2003) y García (2001) que encontraron valores de 31.09 y 31.22%, respectivamente.

Se constató efecto cuadrático de los niveles de lisina sobre el porcentaje de albumen ($P < 0.05$), con los punto de mínima a 1.18% de lisina estimado a través de la ecuación $Y = 63.9461 - 3.9284X + 1.6682X^2$ ($R^2 = 0.43$), que corresponde a la menor

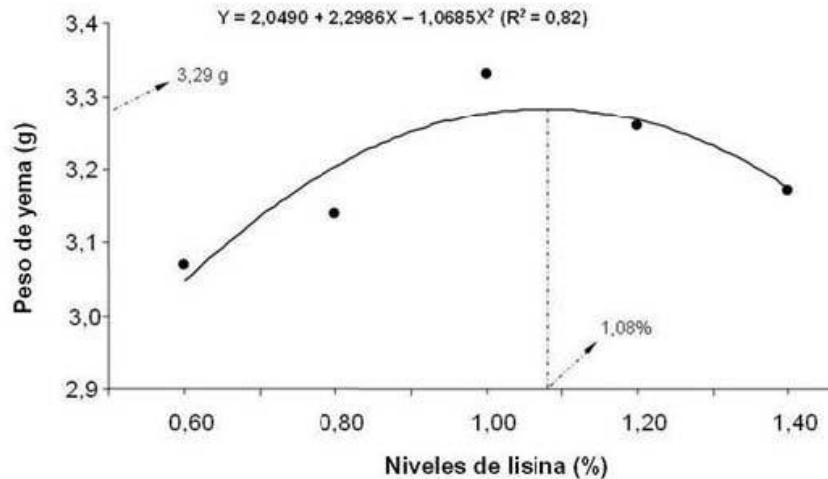


Figura 3. Peso de la yema en función del nivel de lisina total en la ración

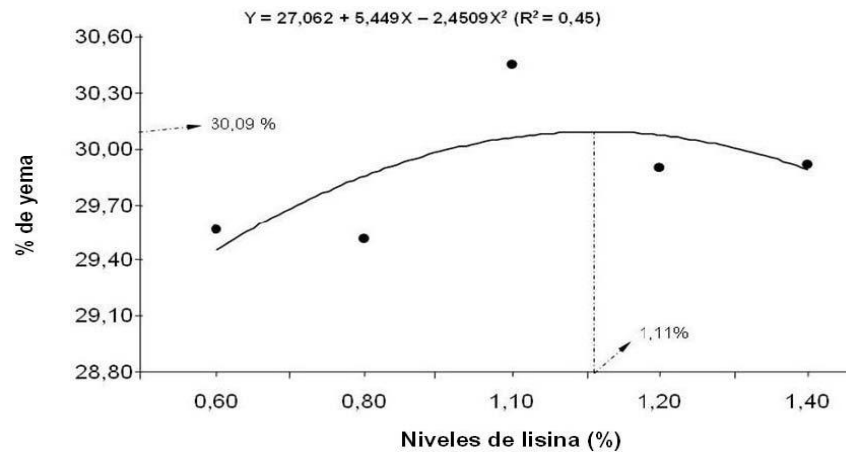


Figura 4. Porcentaje de yema en función del nivel de lisina total en la ración

relación porcentual de albumen en el huevo (Figura 5).

Esta reducción coincidió con el aumento del peso del huevo, yema y cáscara, sin que fuese observado aumento del peso del albumen. El albumen es un complejo gelatinoso rico en proteínas y agua sintetizado en el magno. La cantidad de proteínas incorporadas en el albumen parece ser independiente de la cantidad de yema, que es sintetizada en el hígado. Esto indicaría que la cantidad de albumen producido es fija y su relación disminuye cuando el porcentaje de yema aumenta.

Sin embargo, esta observación no fue confirmada por Piccinin (2002), que concluyó que cuando se eleva la PB a 24% en raciones para codornices con 1% de lisina, se verifica aumento en el peso del huevo, disminución en el peso de la yema y aumento

del peso del albumen, sugiriendo que el aumento del peso total del huevo es debido a la mayor acumulación de albumen. Es posible que la ración con 18% de proteína del presente estudio no haya sido suficiente para elevar el porcentaje de albumen.

Los porcentajes de albumen obtenidos en esta pesquisa son similares al 60,76% observado por Ribeiro *et al.* (2003), que concluyeron que la suplementación con lisina no afecta el rendimiento de yema y de albumen de huevos de codornices y que la elevación de la PB de 20 a 23% aumenta el peso y la relación porcentual de yema y albumen.

Los resultados de las características evaluadas en los diferentes periodos se presentan en la Tabla 4. El período de observación influyó las características evaluadas ($P < 0,05$), excepto peso del huevo y del albumen.

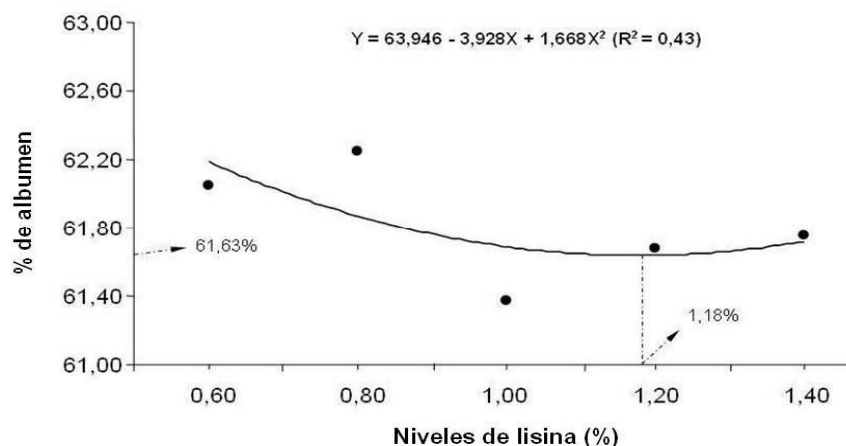


Figura 5. Porcentaje de albúmen en función del nivel de lisina total en la ración

El peso y porcentaje de yema aumentaron linealmente a cada periodo de observación ($P < 0.05$), ocurriendo los mayores valores observados en el tercer periodo.

La relación porcentual de albúmen aumentó hasta el segundo periodo de observación, con disminución significativa ($P < 0.05$) en el periodo siguiente. Este comportamiento está directamente relacionado con la reducción del peso y del porcentaje de cáscara y aumento del peso y porcentaje de yema.

El porcentaje de cáscara disminuyó significativamente ($P < 0.05$) a cada periodo, coincidiendo con el aumento del porcentaje de yema.

Se verificó reducción del grosor de la cáscara con el transcurso de los periodos ($P < 0.05$). El valor medio de esta característica fue de 0.241 mm. Estos valores presentes superan a los descritos por Murakami y Arikí (1988) y son similares a los

constatados por Côrreia (2003) para codornices alimentadas con una ración con 20% de proteína y 1% de lisina.

Los periodos de observación I, II y III, corresponden a la edad de las codornas comprendida entre 9-13, 13-17 y 17-21 sem, respectivamente. Fisiológicamente el pico de postura de codornices japonesas está entre 16 y 19 sem de edad. El mayor rendimiento de yema y menor de cáscara y albúmen en el tercer periodo de observación coincide con el pico de postura. En este momento la producción de huevos está maximizada y el tiempo de permanencia del huevo en el útero (cámara calcífera) disminuye y en consecuencia se reduce la calidad de la cáscara.

La reducción en el grosor de la cáscara está asociada al hecho que las aves producen huevos grandes y con cáscara más fina con el pasar del tiempo.

Tabla 4. Peso de huevo (PH), peso de la cáscara (PC), peso de la yema (PY), peso del albúmen (PA), porcentaje de cáscara (CC%), porcentaje de yema (YE%), porcentaje de albúmen (AB%) y grosor de cáscara (GC) en función de los periodos de observación

Periodo	PH (g)	PC(g)	PY(g)	PA(g)	CC (%)	YE (%)	AB (%)	GC (mm)
I (63 - 91 días)	10.53	0.93 ^a	3.11 ^a	6.50	8.74 ^a	29.51 ^a	61.71 ^a	0.254 ^a
II (92 - 120 días)	10.73	0.86 ^b	3.20 ^{ab}	6.67	8.01 ^b	29.81 ^a	62.18 ^b	0.243 ^b
III(121-149 días)	10.80	0.88 ^b	3.27 ^b	6.65	8.16 ^b	30.28 ^b	61.57 ^a	0.226 ^c
Media	10.69	0.89	3.19	6.61	8.30	29.86	61.82	0.241
CV, %	3.66	4.11	4.57	3.67	5.39	1.65	0.73	3.310
EP	0.10	0.01	0.04	0.06	0.05	0.12	0.13	0.002
Valor PP	n.s.	**	**	n.s.	**	**	**	**

** Efecto cuadrático ($P < 0.05$).

n.s. - no significativo por la prueba de F ($P > 0.05$)

Con base en los efectos asociados a los niveles de lisina evaluados y estimados por ecuaciones para las diferentes características, se sugiere el nivel de 1.06% de lisina total para mejorar la calidad del huevo de codornices japonesas con edad entre 70 y 154 d.

Esta recomendación contradice a Garcia (2001), Jardim Filho *et al.* (2004), Carvalho *et al.* (2005) y

Matos *et al.* (2005) que evaluaron las mismas características con gallinas de postura. Aquellos autores no recomendaron la suplementación de lisina para mejorar la calidad del huevo, justificando que la lisina cumple una función más específica para producción de huevos, que para mejorar la calidad de los mismos.

Conclusiones

La suplementación de lisina aumentó el peso y la fracción comestible del huevo de codornices japonesas. Se recomienda el nivel de 1.06% de lisina total en raciones con 18% PB para mejorar la

calidad de los huevos de codornices japonesas de 63-147 d de edad (9-21 sem).

Literatura Citada

- Abdallah, A. G., R. H. Harms, and O. El-Husseiny. 1993. Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. *Poult. Sci.* 72: 2038-2043.
- Baker, J. R. and A. Molitoris. 1991. Portioning of nutrients for growth and other metabolic functions. *Poult. Sci.* 70: 797-805.
- Buffington, D. E., A. Colazzo-Arocho, G. H. Canton, and D. Pitt. 1981. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transaction of the ASAE.* 24: 711-714.
- Carvalho, F. B., J. H. Stringhini e M. S. Matos. 2005. Qualidade interna de ovos para poedeiras alimentadas com diferentes níveis de lisina e arginina digestível de 24 a 32 semanas de idade. *Anais. 42a Reun. Anual Soc. Bras. Zoot., Goiânia, Brasil.* CD-ROM. Monográficos.
- Correia, A. C. 2003. Exigência de metionina + cistina para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em crescimento e postura. *Diss. de Mestrado em Produção Animal. Univ. Est. do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.*
- Garcia, E. A. 2001. Níveis nutricionais e métodos de muda forçada em codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). *Tese de Livre docência. Univ. Est. Paulista, Botucatu.*
- Jardim Filho, R. M., G. P. Santos, J. H. Stringhini, A. H. Nascimento, T. R. Silva e S. F. Soares. 2004. Características internas de ovos de poedeiras comerciais Lohmann alimentadas com níveis crescentes de lisina digestível. *Anais da Conf. Apinco de Ciênc. e Tecnol. Avic., Santos, Brasil.*
- Matos, M. S., N. S. M. Leandro e F. B. Carvalho. 2005. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações com diferentes níveis de lisina e treonina digestível. *Anais. 42a Reun. Anual da Soc. Bras. de Zoot., Goiânia, Brasil.* CD-ROM. Monográficos.
- Moreng, R. E. e J. S. Avens. 1990. *Ciência e produção de aves.* Ed. Roca, São Paulo, SP. 301 p.
- Murakami, A. E. 1991. Níveis de proteína e energia em ração para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) nas fases de crescimento e postura. *Tese de Doutorado em Zootecnia. Univ. Est. Paulista, Jaboticabal.*
- Murakami, A. E. e J. Ariki. 1998. *Produção de Codornas Japonesas.* Ed. FUNEP, Jaboticabal, SP. 79 p.
- Murakami, A., V. M. B. Moraes, J. Ariki, O. M. Junqueira e S. N. Kronka. 1993. Níveis de proteína e energia em rações para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. *Rev. Bras. Zoot.,* 22: 541- 551.
- NRC. 1994. *Nutrient requirements of Japanese quails.* (6th Rev. Ed.) *Natl. Acad. Press, Washington, D.C.* p. 44-45
- Nordstrom, J. O. and L. E. Ousterhout. 1982. Estimation of shell weight and shell thickness from egg specific gravity and egg weight. *Poult. Sci.* 61: 1991-1995.
- Nunes, I. J. 1998. *Nutrição animal básica em proteínas.* Ed., FEP-MVZ. Belo Horizonte, MG. p. 99.
- Oliveira, A. M., A. C. Furlan, A. E. Murakami, J. Moreira, C. Scapinello e E. N. Martins. 1999. Exigência nutricional de lisina para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) *Rev. Bras. Zootec.* 28:1050-1053.
- Pérez, F. y M. Pérez. 1996. *Coturnicultura: Tratado de cría y explotación industrial de codornices.* Científico-médica, Barcelona. 375 p.
- Piccinin, A. 2002. Efeito da interação genótipo- ambiente nas características dos ovos de codornas (*Coturnix coturnix japonica*) e sua curva de produção.

- Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas, Univ. Est. Paulista, Botucatu.
- Pinto, R., A. S. Ferreira e J. L. Donzele, 2003. Exigência de lisina para codornas japonesas em postura. *Rev. Bras. Zoot.* 32: 1182-1189.
- Ribeiro, M. L. G., J. H. V. Silva e M. O. Dantas. 2003. Exigências nutricionais de lisina para codornas durante a fase de postura, em função do nível de proteína da ração. *Rev. Bras. Zootec.* 32: 156-161.
- Rostagno, H. S., L. F. T. Albino e J. L. Donzele. 2000. Tabelas brasileiras de exigências nutricionais para aves e suínos (Composição de alimentos e exigências nutricionais). Universidade Federal de Viçosa, M. G. 141 p.
- Shrivastav, A. K., T. S. Johari, and M. V. L. N. Raju 1994. Dietary protein and energy requirements of laying quails reared under different nutrient schedule during starting and growing period. *Indian J. Anim. Sci.* 64: 173-174.
- Silva, D. J. e A. C. Queiroz. 2002. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. (3 Ed.) UFV, Viçosa, MG. 235 p.
- Singh, R. P. and B. Panda. 1987. Effect of seasons on physical quality and component yields of egg from different lines of quail. *Indian J. Anim. Sci.* 57: 50-55.
- UFV. 1999. SAEG-Sistema para análise estatística e genética. Versão 8.0. Universidade Federal de Viçosa, MG.