

RECOMENDACIÓN DE NIVELES DE LISINA DIGESTIBLE PARA CODORNICES JAPONESAS EN PERIODO DE POSTURA

V. L. Hurtado Nery¹*, L. Gutiérrez Castro¹, D. M. Torres Novoa¹

Artículo recibido: 2 de julio de 2014. Aprobado: 17 de agosto de 2015

RESUMEN

Este trabajo fue realizado en la Universidad de los Llanos, con el objetivo de estimar el nivel de lisina digestible para máxima producción de huevos. Se utilizaron 240 codornices japónicas comerciales de 70 días de edad y 159 ± 9 g de peso corporal, distribuidas en un diseño experimental completamente al azar, con cuatro tratamientos, seis repeticiones y 10 aves por repetición, durante 26 semanas. Las aves fueron alojadas en jaulas de alambre galvanizado proporcionando $0,016 \text{ m}^2/\text{codorniz}$, cada jaula estaba dotada de comedero lineal, bebedero automático y bandejas para recolección de heces. Las dietas experimentales fueron granuladas, isoprotéicas e isoenergéticas con cuatro niveles de suplementación (0,00% tratamiento testigo, 0,153%, 0,306% y 0,459%) de L-lisina-HCl (78,5%) que resultó en dietas con 0,916%; 1,036%; 1,156% y 1,276% de lisina digestible. Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y de regresión polinomial. Hubo efecto cuadrático ($p < 0,01$) sobre la producción de huevos (81,44%; 84,43%; 83,01%; 80,72%) y lineal ($p < 0,01$) sobre el consumo diario de lisina (229,2; 257,2; 285,1; 313,5 mg) de los niveles de lisina digestible. Para las variables peso del huevo (10,81; 10,46; 10,41 y 10,55 g), consumo diario de ración (25,01; 24,83; 24,71; 24,57 g), conversión alimenticia kg de ración/docenas de huevos (0,368; 0,353; 0,357; 0,365) y conversión alimenticia de kg de ración/kg de huevo (2,84; 2,81; 2,86; 2,89) no hubo efectos ($p > 0,05$) de los niveles de lisina. En conclusión, el requerimiento de lisina digestible que maximiza la producción de huevos en codornices japonesas se estimó en 1,079%, con raciones conteniendo 19,18% de proteína bruta.

Palabras clave: Lisina digestible, producción de huevos, codorniz japónica.

DIGESTIBLE LYSINE LEVELS FOR JAPANESE QUAIL IN LAYING PHASE

ABSTRACT

This research was conducted at University of the Llanos, in order to estimate the level of digestible lysine for maximum egg production. 240 quail japonica commercial line of 70 days of age and 159 ± 9 g body weight, distributed in a completely randomized experimental design, with four treatments, six replicates and 10 birds per experimental

¹ Escuela de Ciencias Animales, Facultad Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Km 12 Vía Apiay, Villavicencio (Meta).

* Autor para correspondencia vhurtado@unillanos.edu.co

unit, during 26 weeks were used. The birds were housed in cages of galvanized wire providing 0.016 m² / quail; each cage was equipped with linear feeder, automatic drinking and trays to collect feces. The experimental diets were pelleted, isoproteic and isocaloric with four levels of supplementation (control treatment 0.00%, 0.153%, 0.306% and 0.459%) of L-lysine-HCl (78.5%) resulting in diets with 0.916%; 1.036%; 1.156% and 1.276% of digestible lysine. The results were subjected to analysis of variance and polynomial regression. There was quadratic effect ($p < 0.01$) of digestible lysine levels on egg production (81.44%, 84.43%, 83.01%; 80.72%) and linear ($p < 0.01$) on lysine daily intake (229.2; 257.2; 285.1; and 313.5 mg). For variables egg weight (10.81; 10.46; 10.41; and 10.55 g), daily intake (25.01; 24.83; 24.71 and 24.57 g), feed conversion kg of food/dozen eggs (0.368; 0.353; 0.357; 0.365) and feed conversion food kg/kg of egg mass (2.84; 2.81; 2.86 and 2.89) there was no significant effect ($p > 0.05$) of digestible lysine levels in the diet. In conclusion, the requirement of digestible lysine to maximize egg production in Japanese quail is estimated at 1.079%, with diets containing 19.18% crude protein.

Keywords: amino Digestible lysine, egg production, japanese quail.

INTRODUCCIÓN

Las codornices japonesas son muy precoces dado que inician la postura a alrededor de los 40 días de edad (Moura *et al.* 2008a), como resultado del proceso de selección y mejoramiento para alta producción de huevos (Silva *et al.* 2012). El rápido retorno productivo y el poco espacio que se requiere para la producción de codornices, la convierten en una actividad de interés económico, la cual debe atender los principios de eficiencia y calidad de la producción animal. En este sentido, la alimentación de las codornices debe atender los requerimientos nutricionales de aminoácidos esenciales y no esenciales, con el propósito de mantener la condición física del ave, obtener un crecimiento adecuado y maximizar la postura.

La lisina es el aminoácido de referencia en la nutrición de monogástricos (Corrêa *et al.* 2010), siendo el segundo aminoácido esencial para aves, cuyas funciones bioquímicas en el organismo están relacionadas con la formación de tejidos. El exceso o deficiencia de lisina puede provocar trastornos metabólicos (Ribeiro *et al.* 2013),

por posible toxicidad o antagonismo con otros aminoácidos utilizados en las dietas, afectando el desempeño zootécnico de las aves. Según Costa *et al.* (2008), la digestión de aminoácidos consumidos en exceso aumenta el gasto calórico corporal provocando la excreción de volumen excesivo de ácido úrico.

En la actualidad, en la nutrición de aves se utiliza el concepto de proteína ideal, que consiste en el equilibrio exacto de los aminoácidos en la dieta capaz de proporcionar, sin exceso o deficiencia, los requisitos de todos los aminoácidos esenciales para la producción y mantenimiento de las aves y que expresado como porcentaje (Erener y Altop 2008), en relación a la lisina, se constituye en el aminoácido patrón o de referencia. De esta manera la utilización de lisina industrial para atender el concepto de proteína ideal permite la reducción de los costos de producción, además de la posible disminución de la excreción de productos nitrogenados (Filho *et al.* 2011), además de aumentar la fracción comestible del huevo de codornices japonesas (Moura *et al.* 2009).

Los requerimientos de lisina digestible son variables, las sugerencias varían en 1,00% (NRC 1994), 1,083% (Rostagno *et al.* 2011), 1,05% y 1,08% con 2800 y 2950 kcal/EM respectivamente. (Silva *et al.* 2012). En la estimación de los requerimientos nutricionales para codornices japonesas se utilizan dietas elaboradas principalmente con maíz y soya mediante experimentos dosis-respuesta aplicando los modelos cuadráticos, linear response plateau, LRP (superficie de respuesta linear) o el ajuste de los dos modelos cuando es necesario, además se pueden utilizar los modelos no lineales (asintótico y de Reading) para estimación de requerimientos nutricionales.

Con base en lo expuesto anteriormente, el objetivo de este trabajo fue estimar el requerimiento de lisina digestible que maximiza la producción de huevos de codornices japonesas entre los 70 y los 252 días de edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue ejecutado en la Unidad de Codornices de la Universidad de los Llanos, en el municipio de Villavicencio, Meta (Colombia), ubicado a 423 msnm, con temperatura media de 27 °C, 82% de humedad relativa, 3500 mm de precipitación anual (IGAC 2009). Se utilizaron 240 codornices japonesas comerciales de 70 días de edad y 159 ± 9 g de peso corporal, distribuidas en un diseño experimental completamente al azar, con cuatro tratamientos, seis repeticiones y diez aves por unidad experimental, durante 26 semanas, con observación del estado sanitario de las aves diariamente y registro de temperatura y humedad relativa con termómetro-higrómetro digital.

Las aves fueron alojadas en jaulas de alambre galvanizado, dispuestas en módu-

los de cinco pisos y tres divisiones de 40 x 40 cm (ancho x largo) por piso, dotadas de comederos lineales, bebederos automáticos tipo copa y bandejas para recolección de las heces. Durante la fase experimental en el galpón fue proporcionado un programa de luz natural y artificial hasta las 20:00 horas.

Las raciones fueron granuladas y formuladas (Tabla 1) para atender los requerimientos de fósforo disponible, calcio total, sodio y metionina recomendados por Rostagno *et al.* (2011) y de proteína bruta (19,18%) y energía metabolizable (2791 kcal EM/kg) determinados por Hurtado *et al.* (2013).

Los tratamientos fueron constituidos por raciones isoprotéicas e isoenergéticas con cuatro niveles de suplementación de L-lisina-HCl (78,5%) de 0,00% o tratamiento testigo, 0,153%, 0,306% y 0,459%. Esta suplementación resultó en dietas con concentración de 0,916%; 1,036%; 1,156% y 1,276% de lisina digestible respectivamente.

Las mezclas de ingredientes para conformar las dietas se prepararon para un periodo de 15 días, con el propósito de evitar posible presencia de hongos e insectos por efectos de la humedad del ambiente y del almacenamiento.

El suministro de la ración se realizó dos veces al día a las 07:00 y a las 16:00 horas, con agua disponible a voluntad; el alimento no consumido se pesó semanalmente y la diferencia entre el suministro de la ración y el alimento no consumido en comederos fue utilizada para establecer el consumo diario de alimento.

Los análisis de materia seca, proteína bruta y fibra de las materias primas utilizados en las dietas experimentales fueron realizados en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de

los Llanos y los análisis de contenido de aminoácidos fueron realizados en el Laboratorio de Análisis Químicas SS

Ltda en Campinas (Brasil), utilizando el método cromatográfico descrito por White *et al.* (1986).

TABLA 1. Composición centesimal de la ración basal*

Ingredientes	Cantidad (%)
Maíz	56,772
Torta de soya, 45,3%, PB	31,980
Fosfato Bicálcico	1,090
Carbonato de calcio	6,664
Aceite de soya	1,610
Vitamix ¹	0,500
Sal común	0,450
L-lisina-HCl 78,5%	0,000
DL Metionina, 99%	0,000
Material inerte (arenilla) ²	0,934

* La dieta proporciona 19,18% de proteína bruta; 2791 kcal EM/kg; 0,304 de fósforo disponible; 0,916% de lisina digestible; 0,274% de metionina; 0,196% de sodio; 0,643% de treonina y 2,7% de fibra cruda.

1 Concentración por kg de producto: Vitamina A (Mill U.I.) 48; vitamina D3 (Mill U.I.) 8; Vitamina E 100 g; Vitamina K3 10 g; Vitamina B1 8 g; Vitamina B2 20 g; Vitamina B6 12 g; ácido fólico 3,2 g; ácido pantoténico 40 g; niacina 120 g.

2 En sustitución al material inerte se realizó la suplementación de L-lisina, 78,5% (0,000%; 0,153%; 0,306% y 0,459%) para constituir cada tratamiento.

Por su parte, la producción de huevos era recolectada diariamente en las horas de la mañana, después del primer suministro de ración, eran pesados por unidad experimental y posteriormente ubicados en bandejas plásticas para facilitar su manipulación y almacenamiento; el pesaje se realizó en balanza digital Adventure[®] con aproximación de 0,01 g. La relación entre consumo de ración, peso del huevo y postura por ave alojada fueron utilizados para establecer los parámetros de conversión alimenticia (kg de ración

consumida/docena de huevo y kg de ración consumida/kg de huevo).

Para registrar los datos de desempeño zootécnico se diseñaron tablas para diligenciamiento manual y posterior digitación en planillas de Microsoft Excel[®]. Los datos fueron procesados estadísticamente en el programa SAEG (2007) y sometidos a análisis de varianza al 95% de confiabilidad según el modelo siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}, \text{ siendo:}$$

Y = Respuesta de la variable (producción de huevos, consumo diario de ración, peso del huevo, consumo diario de lisina y conversión alimenticia) bajo el tratamiento i.

μ = Media general

t_i = Efecto del tratamiento i, siendo i los niveles de lisina digestible (0,916%; 1,036%; 1,156% y 1,276%) en la dieta.

\mathcal{E}_{ij} = Efecto residual

Por su parte, la estimación del requerimiento nutricional de lisina digestible se realizó mediante el desarrollo de la primera derivada de la ecuación de regresión polinomial. Las variables producción de huevos y consumo diario de lisina, fueron ajustadas por el modelo siguiente:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 Lis + \beta_2 Lis^2 + \mathcal{E} \text{ donde:}$$

Y = Valor de la variable dependiente (producción de huevos, consumo diario de lisina).

β_0 = Constante de regresión (intercepto de la recta con el eje Y).

β_1 = Coeficiente de regresión del componente lineal.

β_2 = Coeficiente de regresión del componente cuadrático.

Lis = Niveles de lisina digestible en la dieta.

\mathcal{E} = Error o desvío asociado a la distancia entre el valor observado Y y el valor estimado \hat{Y} de la ecuación ajustada.

RESULTADOS

Durante la fase experimental la temperatura promedio en el galpón fue de $28,3 \pm 3,3^\circ\text{C}$ y $73,7 \pm 11,9\%$ de humedad relativa, valores superiores a los sugeridos por Rosa *et al.* (2011) de 21 a 25°C como temperatura ideal para codornices a partir de la cuarta semana de edad, lo que indica la alta capacidad de adaptación de las aves a estas variaciones ambientales durante el ensayo. Los resultados de desempeño zootécnico de codornices japonesas en fase de postura alimentadas con dietas con diferentes niveles de lisina digestible son presentados en la Tabla 2.

La producción de huevos se incrementó ($p < 0,01$) en forma cuadrática hasta el nivel de 1,036% de lisina digestible en la dieta, obteniéndose el menor rendimiento de postura con el tratamiento con mayor concentración de lisina en la dieta. El desarrollo de la ecuación de regresión permite estimar el requerimiento de lisina digestible que maximiza la producción de huevos en 1,079% para codornices japonesas (Figura 1).

TABLA 2. Desempeño zootécnico de codornices japonesas (*Coturnix coturnix japónica*) durante 26 semanas de postura utilizando diferentes niveles de lisina digestible.

Variable	Nivel de lisina digestible (%)					CV (%)
	0,916	1,036	1,156	1,276	(p)	
Producción de huevos ¹ (%)	81,44	84,43	83,01	80,72	0,01	2,27
Peso del huevo (g)	10,81	10,46	10,41	10,55	0,08	3,79
Consumo diario de ración (g)	25,01	24,83	24,71	24,57	0,74	2,91
Consumo diario de lisina ² (mg)	229,2	257,3	285,1	313,5	0,01	3,05

Variable	Nivel de lisina digestible (%)					CV (%)
	0,916	1,036	1,156	1,276	(p)	
Conversión alimenticia (kg de ración/docena de huevos)	0,368	0,353	0,357	0,365	0,09	3,12
Conversión alimenticia (kg de ración/ kg de huevo)	2,84	2,81	2,86	2,89	0,06	5,20

1 Efecto cuadrático ($p < 0,01$), $y = -91,667x^2 + 197,95x - 22,792$, $R^2 = 0,9239$

2 Efecto lineal ($p < 0,01$), $\hat{y} = 0,0002x + 0,0121$, $R^2 = 1$

p: Probabilidad

CV: Coeficiente de variación

El peso del huevo no fue influenciado ($p > 0,05$) por los niveles de lisina digestible en la dieta. El consumo diario de ración fue similar ($p > 0,05$) entre los diferentes niveles de lisina digestible, sin embargo, para el consumo diario

de lisina hubo efecto lineal positivo ($p < 0,01$).

La conversión alimenticia relacionada con kg de ración/docena de huevos y kg de ración/kg de huevo no fue influenciada por los niveles de lisina ($p > 0,05$).

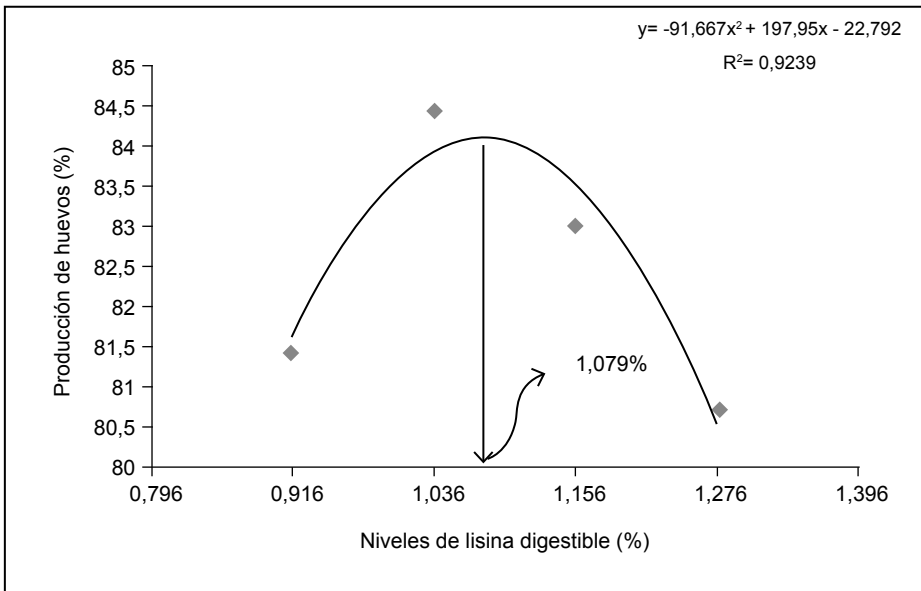


FIGURA 1. Estimación del nivel óptimo de lisina digestible en relación con la producción de huevos.

DISCUSIÓN

La producción de huevos fue menor a la obtenida por Erener y Altop (2008) de 90,39% - 94,75% con niveles de lisina de 1,0% - 1,4% y por Ribeiro *et al.* (2013) de 86,04% - 89,93% con 0,95% - 1,2% de lisina en la dieta. Sin embargo, la postura obtenida en este trabajo superó los resultados promedios obtenidos por Moura *et al.* (2008b) de 78% utilizando niveles de 0,60% - 1,40% de lisina digestible.

Los resultados de postura difieren de los encontrados por Ribeiro *et al.* (2013) que utilizando niveles de lisina de 9,5 - 12 g/kg no encontraron efecto ($p > 0,05$) sobre la producción de huevos por ave alojada en codornices de 207 días de edad y 179.8 g de peso corporal. Sin embargo, coinciden con Costa *et al.* (2008), que utilizando 0,88% - 1,20% de lisina digestible verificaron efecto cuadrático sobre la producción de huevos, estimando el requerimiento en 1,03%, lo que corresponde a un consumo diario de 292 mg de lisina digestible.

En el presente estudio, el requerimiento de lisina digestible para codornices japonesa con el que se obtuvo la máxima producción de huevos, fue próximo al recomendado por Rostagno *et al.* (2011) de 1,083% y mayor a los valores estimados por Costa *et al.* (2008) de 1,03%, NRC (1994) de 1,0% y Silva *et al.* (2012) de 1,05%.

Por su parte, los valores determinados para peso del huevo en este trabajo coinciden con Moura *et al.* (2008b) y Costa *et al.* (2008), quienes no encontraron efectos significativos de los niveles de lisina sobre esta variable, a pesar que el peso del huevo tuvo valores medios de 10,24; 10,22; 10,52; 10,35; 10,59 g y 12,5; 12,4; 12,3; 12,2; 12,5 g para los niveles de 0,60; 0,80; 1,00; 1,20; 0,140 y 0,88; 0,96; 1,04; 1,12; 1,20 de lisina digestible respectivamente. Del mismo

modo, los resultados encontrados en esta investigación difieren del efecto cuadrático de los niveles de lisina sobre el peso del huevo constatados por Moura *et al.* (2009) y por Ribeiro *et al.* (2013). Así pues, los resultados obtenidos en este trabajo indican que los niveles de lisina utilizados fueron suficientes para promover el peso del huevo constatado, además sugieren que los requerimientos nutricionales de lisina digestible para peso y producción de huevo no son similares.

Los datos de consumo diario de ración sugieren que las codornices toleran altos niveles de lisina en la dieta sin reducir el consumo de ración, esto coincide con los valores reportados por Ribeiro *et al.* (2013) quienes no encontraron efecto de los niveles de lisina sobre la ingestión de alimento, pero constataron efecto lineal sobre el consumo diario de lisina derivado de la concentración creciente del aminoácido en la dieta.

Del mismo modo, Ribeiro *et al.* (2013) constataron efecto cuadrático y Costa *et al.* (2008) y Moura *et al.* (2008b) encontraron efecto lineal sobre el consumo de ración, explicando los resultados por la posible deficiencia en la dieta de lisina digestible antes del punto máximo o por el desbalance de lisina en relación a otros aminoácidos.

Los valores constatados de consumo diario de lisina digestible se derivan de la concentración creciente de este nutriente en la dieta, sin embargo, cuando se excede de 257,3 mg por día, la postura de huevo se hace decreciente, afectando negativamente la conversión alimenticia. No obstante, el valor de consumo diario verificado es próximo a la exigencia de lisina digestible recomendada por Rostagno *et al.* (2011), para codornices japonesas con 165 g de peso corporal.

En los resultados de conversión alimenticia (docena de huevos/kg de ración), el tratamiento testigo (0,916% de lisina digestible) necesitó más kilogramos de alimento ($p > 0,05$) para la producción de una docena de huevos, entre tanto el nivel de 1,036% de lisina digestible en la dieta utilizó menos kilogramos de alimento para producir un kilogramo de huevo, estos valores coinciden con lo descrito por Ribeiro *et al.* (2013), quienes no verificaron efectos de los niveles de lisina sobre la cantidad de alimento necesario para producir una docena de huevos. Sin embargo, estos mismos autores corroboraron efecto cuadrático sobre la masa de huevo de los niveles de lisina, hecho que está asociado al peso del huevo, sugiriendo con ello mayor eficiencia en la utilización de la lisina digestible para la producción de masa de huevo.

Por otro lado, Costa *et al.* (2008) y Ribeiro *et al.* (2013) obtuvieron mejor conversión alimenticia de kg de ración por kg de huevo de 2,41 - 2,59 y 2,26 - 2,48 respectivamente. Los datos de masa de huevo son parecidos a los encontrados por Moura *et al.* (2008b), que no verificaron efectos significativos de los niveles de lisina digestible sobre la masa de huevo.

CONCLUSIONES

El requerimiento de lisina digestible para codornices japonesas entre 70 y 252 días de edad y raciones con 19,18% de proteína bruta, fue estimado en 1,079% para máxima producción de huevos utilizando el modelo cuadrático.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección General de Investigaciones de la Universidad de los Llanos, por el apoyo financiero para la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Corrêa GSS, Silva MA, Corrêa AB, Fontes DO, Dionello NJL, Santos GG, Wenceslau RR, Felipe VPS, Freitas LS. 2010. Relação entre os níveis de lisina da dieta e as características de desempenho de codornas de corte EV2, durante o período de crescimento. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 62(4): 930-939. Doi: 10.1590/S0102-09352010000400024.
- Costa FGP, Rodrigues VP, Goulart CC, Lima Neto RC, Souza JG, Silva JHV. 2008. Exigências de lisina digestível para codornas japonesas na fase de postura. *R. Bras. Zootec.* 37(12): 2136-2140. Doi: 10.1590/S1516-35982008001200009.
- Erener G, Altop A. 2008. Growth and laying performances of japanese quails fed hazelnut kernel meal diets enriched with L-lysine, DL methionine and threonine. *Revue. Méd. Vét.* 159(6): 338-344.
- Filho RMJ, Stringhini JH, Café MB, Leandro NSM, Andrade MA, Carvalho FB. 2011. Níveis de lisina digestível para poedeiras Lohmann LSL na fase de 16 a 25 semanas de idade. *R. Bras. Zootec.* 40(9): 1947-1954. Doi: 10.1590/S1516-35982011000900015.
- Hurtado NVL, Torres NDM, Ocampo DA. 2013. Efecto de los niveles de proteína sobre el desempeño de codornices japonesas en fase de postura. *Orinoquia.* 17(1): 32-39.
- [IGAC] Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2009. Mapas de Colombia. 140p.
- Moura GS, Barreto SLT, Donzele JL, Hosoda LR, Pena GM, Angelini MS. 2008a. Dietas de diferentes densidades energéticas manteniendo constante a relação energia metabolizável: nutrientes para codornas japonesas em postura. *R. Bras. Zootec.* 37(9): 1628-1633. Doi: 10.1590/S1516-35982008000900015.
- Moura AMA, Soares RTRN, Nery VLH, Couto HP, Fonseca JB, Vieira RAM. 2008b. Exigencia de lisina para codornices japonesas (*Coturnix japonica*) durante la puesta. *Arch. Zootec.* 57(220): 439-448.
- Moura AMA, Soares RTRN, Fonseca JB, Mendonça VRA, Hurtado NVL. 2009. Efecto de diferentes niveles dietéticos de lisina total sobre la calidad del huevo de codornices japonesas (*Coturnix*

- japónica*). Arch. Latinoam. Prod. Anim. 17 (3 - 4): 67-75.
- [NRC] National Research Council. 1994. Nutrient requirements of poultry. Ninth Revised Edition. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Washington DC: National Academies Press [NAP].
- Ribeiro CLN, Barreto SLT, Reis RS, Muniz JCL, Donzele JL, Gomes PC, Vargas Jr JG, Albino LFT. 2013. Digestible lysine levels in diets for laying Japanese quails. R. Bras. Zootec. 42(7): 489-495. Doi: 10.1590/S1516-35982013000700005.
- Rodrigues VP, Costa FGP, Silva JHV. 2007. Exigências de lisina para codornas japonesas em produção. En: Memórias 3 Simposio internacional - Congresso Brasileiro de Coturnicultura: 2007 fev; Lavras. p.173.
- Rosa GA, Sorbello LA, Dittrich RL, Moraes MTT, Oliveira EG. 2011. Perfil hematólogo de codornas japonesas (*Coturnix japonica*) sob estresse **térmico**. Ciência Rural. 41(9): 1605-1610. Doi: 10.1590/S0103-84782011005000110.
- Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT, Euclides RF. 2011. Tabelas Brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais. 3ª ed. Viçosa (MG): Departamento de Zootecnia - Universidade Federal de Viçosa.
- [SAEG] Sistema para Análise Estatística e Genética. 2007. SAEG Versão 9.1. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa. Fundação Arthur Bernardes. Disponível em: <http://www.ufv.br/saeg/download.htm>.
- Silva JHV, Jordão Filho J, Costa FGP, Lacerda PB, Vargas DGV, Lima MR. 2012. Exigências nutricionais de codornas. Ver. Bras. Saúde Prod. Anim. 13(3): 775-790.
- White JA, Hart RJ, Fry JC. 1986. An evaluation of the Waters Pico-Tag system for the amino acid analysis of food materials. J. Automatic Chem. 8(4): 170-177. Doi: 10.1155/S1463924686000330.

Article citation:

Hurtado Nery VL, Gutiérrez Castro L, Torres Novoa DM. 2015. Recomendación de niveles de lisina digestible para codornices japonesas en periodo de postura [Digestible lysine levels for japanese quail in laying phase]. 62(3): 49-57.
Doi: <http://dx.doi.org/10.15446/rfmvz.v62n3.54941>.