

Efectos de la proteína bruta y energía metabolizable sobre la calidad del huevo de codorniz

The effect of crude protein and metabolisable energy levels on quail egg quality

Efeito da proteína bruta e da energia metabolizável sobre a qualidade do ovo de codorna

Víctor L. Hurtado-Nery^{1}, Diana M. Torres-Novoa^{2*}, Marciano F. Daza-Garzón^{3*}*

¹ MVZ, MSc, PhD

² MVZ, MSc

³ MVZ.

* Grupo de Estudios en Nutrición Animal, GenA. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, km 12 Apiay, Villavicencio, Colombia.

Email: johnnie182@hotmail.com

Recibido: mayo 02 de 2014

Aceptado: julio 29 de 2015

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de los niveles de proteína bruta y energía metabolizable sobre las características de calidad del huevo de codornices japonesas. Fueron utilizados 864 huevos de codornices, procedentes de un ensayo con diseño experimental completamente al azar, en arreglo factorial 4x4, cuatro niveles de energía metabolizable, (2750, 2850, 2950 y 3050 kcal EM/kg) y cuatro niveles de proteína bruta, PB (17.5, 19.0, 20.5 y 22.0%) con tres repeticiones. Fueron tomadas seis muestras de tres huevos por unidad experimental a intervalos de cuatro semanas. Los niveles de proteína y de energía no influyeron las variables estudiadas ($P>0.05$). En conclusión dietas con niveles de 17.5 hasta 22% de PB y 2750 hasta 3050 kcalEM/kg energía no afectan las características de calidad del huevo.

Palabras claves: Conversión alimenticia, *coturnix*, necesidades nutricionales, producción de huevos.

Abstract

This work was aimed at evaluating the effect of raw protein and metabolisable energy levels on characteristics regarding Japanese quail (*Coturnix japonica*) egg quality. A completely randomised experimental design involved using 864 quail eggs in a trial having a 4x4 factorial arrangement, four levels of metabolisable energy (2,750, 2,850, 2,950 and 3,050 kcal EM/kg) and four levels of raw protein (RP) (17.5, 19.0, 20.5 and 22.0%) with three repeats. Six samples of three eggs per experimental unit were taken at four-weekly intervals. Protein and energy levels did not influence the variables studied here ($p>0.05$). Diets having 17.5% to 22% RP and 2,750 to 3,050 kcal EM/kg energy levels thus did not affect egg quality characteristics.

Key words: Feed conversion ratio, *Coturnix*, nutritional needs, egg production.

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de níveis de proteína bruta e energia metabolizável sobre as características da qualidade de ovo de codornas japonesas. Foram utilizados 864 ovos de codorna, a partir de um estudo realizado em um

delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial 4x4, quatro níveis de energia metabolizável (2750, 2850, 2950 e 3050 kcal EM/kg) e quatro níveis de proteína bruta, PB (17,5; 19,0; 20,5; e 22,0%), com três repetições. Seis amostras foram retiradas de três ovos por unidade experimental, com intervalos de quatro semanas. Os níveis de proteína e de energia não influenciaram as variáveis estudadas ($P > 0,05$). Em conclusão dietas contendo 17,5-22% de PB e 2750-3050 kcalEM/kg de energia não afetam as características de qualidade dos ovos.

Palavras-chave: Conversão alimentar, coturnix, exigências nutricionais, produção de ovos.

Introducción

En la formulación de raciones para codornices, son utilizados como referencia los requerimientos nutricionales elaboradas en otros países (Moura *et al.*, 2008), sin considerar las posibles variaciones de clima, condiciones agronómicas de cultivo de ingredientes alimenticios y el potencial genético de las aves.

En la alimentación animal, las fuentes proteicas y energéticas constituyen los componentes de mayor participación en las dietas y los costos de producción. Los desbalances en estos nutrientes en la dieta pueden afectar la producción y la calidad de los huevos, de este modo los excesos de nutrientes aumentan la excreción de los mismos, lo cual contribuye al deterioro del ambiente y al aumento de los costos de producción, reduciendo de esta manera la rentabilidad de la actividad coturnícola. Por otro lado, la deficiencia de nutrientes no permite que los animales expresen todo su potencial productivo.

El desempeño productivo de las codornices se compromete cuando las aves consumen dietas con valores de energía metabolizable diferentes a sus requerimientos energéticos (Correa *et al.*, 2007), en razón a que la exigencia de proteína es influenciada por la cantidad de energía metabolizable de la dieta y solo el 20% de la energía consumida es destinada a la producción (Barreto *et al.*, 2007).

En general, las características de calidad del huevo incluyen elementos externos (grosor y peso de la cáscara), internos (peso de yema y albumen) y la relación de altura de albumen denso y peso del huevo, que determinan los valores de unidades Haugh. El peso del huevo de codorniz equivale al 10% del peso corporal del ave y la fracción comestible es de 88.59% (Pérez, 2004), los componentes del huevo yema, cáscara y albumen pesan en promedio 3.29, 0.89, 6.61 g respectivamente (Moura *et al.*, 2009).

Con base en lo expuesto anteriormente, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de los niveles de proteína bruta y energía metabolizable sobre las características de calidad del huevo de codornices japonesas.

Materiales y métodos

Localización. El experimento fue conducido en la Unidad de codornices de la Granja de la Universidad de los Llanos, en Villavicencio, Colombia, localizada a 74° 4' 30" de longitud oeste, 4° 35' 57" de latitud norte (IGAC, 2007).

Animales e instalaciones experimentales. Fueron utilizados 864 huevos procedentes de un ensayo con codornices de 9 hasta 33 semanas de edad, distribuidas en un diseño experimental completamente al azar, en arreglo factorial de 4 x 4, cuatro niveles de energía metabolizable, EM, (2750, 2850, 2950 y 3050 kcal EM/kg) y cuatro niveles de proteína bruta. PB, (17.5, 19.0, 20.5, y 22.0%) con tres repeticiones y 10 codornices por repetición, para un total de 48 unidades experimentales. Las aves fueron alojadas en baterías de jaulas de alambre galvanizado, de cinco pisos con tres divisiones y capacidad de 10 aves por división, dotados de comederos y bebederos tipo copa. Las raciones experimentales fueron granuladas, formuladas para atender los requerimientos nutricionales de codornices en postura (NRC, 1994), excepto para proteína bruta y energía metabolizable. La ración basal estaba constituida por maíz, torta de soya, mogolla de trigo, fosfato bicálcico, carbonato de calcio, aceite vegetal, premezcla vitamínico-mineral, sal, L-lisina, DL-metionina y material inerte (tablas 1 y 2). La ración fue suministrada dos veces al día a las 08:00 y a las 16:00 hs y el agua a voluntad en bebederos automáticos tipo copa. El programa de luz utilizado fue de trece horas de luz diaria artificial y natural.

Variables evaluadas. Para establecer las características del huevo se tomaron seis muestras, una cada cuatro semanas de tres huevos por unidad experimental, para un total de 864 huevos. Se evaluó peso del huevo (g), peso de la yema (g), altura del albumen (mm), peso (g), grosor de la cáscara, gravedad específica y las Unidades Haug.

Para medir la altura del albumen denso fue utilizado un calibrador Pie de Rey.

Las cáscaras se secaron con ventilación forzada en estufa a 60°C durante 24 horas, luego se pesaron en balanza digital. La yema fue separada manualmente y posteriormente pesada para estimar su valor relativo.

Tabla 1. Composición de las raciones experimentales.

Ingrediente,%	Proteína Bruta 17.5				Proteína Bruta 19.0			
	2750	2850	2950	3050	2750	2850	2950	3050
Maíz	55.00	55.00	55.00	55.00	50.50	50.50	50.50	50.50
T de soya	26.88	26.88	26.88	26.88	31.01	31.01	31.01	31.01
Fosfato	1.36	1.37	1.37	1.37	1.30	1.30	1.30	1.30
Carbonato	5.41	5.40	5.40	5.40	5.43	5.43	5.43	5.43
Mogolla de trigo	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Aceite	1.48	2.60	3.73	4.86	2.02	3.16	4.29	5.44
Vitamix	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Sal	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
L-lisina	0.24	0.24	0.24	0.24	0.12	0.12	0.12	0.12
DL Meti	0.20	0.20	0.20	0.20	0.18	0.18	0.18	0.18
Inerte	3.41	2.29	1.16	0.03	3.43	2.29	1.16	0.01
Ingrediente%	Proteína Bruta 20.5				Proteína Bruta 22.0			
	2750	2850	2950	3050	2750	2850	2950	3050
Maíz	46.00	46.00	46.00	46.00	41.00	41.00	41.00	41.00
T de soya	35.14	35.14	35.14	35.14	39.36	39.36	39.36	39.36
Fosfato	1.26	1.26	1.26	1.26	1.24	1.24	1.24	1.24
Carbonato	5.44	5.44	5.44	5.44	5.43	5.43	5.43	5.43
Mogolla de trigo	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Aceite	2.60	3.72	4.84	5.97	3.31	4.44	5.57	6.70
Vitamix	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Sal	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
L-lisina	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
DL-Meti	0.16	0.16	0.16	0.16	0.14	0.14	0.14	0.14
Inerte	3.38	2.26	1.14	0.01	3.51	2.38	1.25	0.12

El peso del albumen fue obtenido por la diferencia entre el peso del huevo y el de los pesos de la cáscara y de la yema.

El grosor de la cáscara fue medido con micrómetro digital, en dos partes del huevo procedentes de los polos ancho y angosto del huevo.

Para medir la gravedad específica fueron preparadas tres soluciones salinas (1.070, 1.075 y 1.080) donde fueron sumergidos los huevos.

El peso del huevo y la altura del albumen fueron considerados para estimar las unidades Haugh según la ecuación descrita en Dudusola (2010):

$$\text{Unidades haugh} = 100 \log (h - 1.7 \times p^{0.37} + 7.6)$$

donde:

H: Altura del albumen

p: Peso del huevo

Los análisis de composición de las dietas experimentales y de las características del huevo fueron realizados en el Laboratorio de Nutrición Animal de La Universidad de los Llanos.

Análisis estadístico. Los datos fueron procesados en el programa SAEG 9.1 (2007), sometidos a análisis de varianza y de regresión polinomial.

Tabla 2. Composición nutricional estimada de las raciones experimentales con base en la materia seca.

Ingrediente %	Proteína Bruta 17.5				Proteína Bruta 19.0			
	2750	2850	2950	3050	2750	2850	2950	3050
Calcio	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Fósforo disponible	0.36	0.36	0.36	0.36	0.35	0.35	0.35	0.35
Lisina	1.00	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Metionina	0.45	0.58	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Treonina	0.58	0.58	0.58	0.58	0.63	0.63	0.63	0.63
Fibra	2.89	2.89	2.89	2.89	3.03	3.03	3.03	3.03
Ingrediente %	Proteína Bruta 20.5				Proteína Bruta 22.0			
	2750	2850	2950	3050	2750	2850	2950	3050
Calcio	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Fósforo disponible	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Lisina	1.01	1.01	1.01	1.01	1.10	1.10	1.10	1.10
Metionina	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Treonina	0.68	0.68	0.68	0.68	0.74	0.74	0.74	0.74
Fibra	3.18	3.18	3.18	3.18	3.32	3.32	3.32	3.32

Resultados

En las tablas 3 y 4 se presentan los resultados de las características de calidad del huevo, peso absoluto y relativo de los principales componentes del huevo de codornices alimentadas con raciones conteniendo diferentes niveles de proteína bruta y de energía metabolizable.

Los niveles de proteína bruta y de energía metabolizable no influyeron sobre el peso del huevo, de la yema, del albumen, de la cáscara, en el porcentaje de yema, albumen y de cáscara, gravedad específica, altura del albumen ni en las Unidades Haug ($P>0.05$).

Aunque no hubo diferencia significativa ($P>0.05$), los huevos más pesados (11.69 g) se obtuvieron con el tratamiento con 22% de PB y 2950 kcal/kg EM y los más livianos (10.79 g) con 17.5% de PB y 2750 kcal/kg EM. El peso promedio del huevo de los tratamientos con 22% de proteína bruta y diferentes niveles de EM, fue superior a los demás tratamientos. El mayor peso de la yema se obtuvo con los niveles más altos de proteína bruta y energía metabolizable en la dieta.

La concentración de proteína bruta en la dieta no influyó ($P>0.05$) en el porcentaje de albumen, siendo el

tratamiento con 20.5% de PB y 2950 kcalEM de mejor resultado relativo de albumen (61.45%).

El grosor de la cáscara osciló entre 18.93 (2850 kcal EM y 17.5% PB) y 22,19 μm (2750 kcalEM y 19% PB). Del mismo modo, la gravedad específica de los huevos de codornices no fue afectada ($P>0.05$) por los niveles de PB ni de EM.

La altura del albumen se incrementó hasta el nivel de 19.0% de PB con 2750 kcalEM.

Aunque los niveles de PB y de EM no influyeron significativamente ($P>0.05$) en los valores de Unidades Haug, el tratamiento con mejor calidad del huevo, según esta variable se obtuvo con 22% de PB y 2850 kcalEM.

Discusión

No hubo interacción entre los niveles de energía y de proteína ($P>0.05$), lo que indica que estas variables actuaron de manera independiente. El resultado de peso de los huevos, se explica por la cantidad de proteína diaria ingerida, la cual es suficiente para suplir las exigencias de producción de huevos pesados, indicando una relación directa entre la cantidad de proteína en la dieta y el peso del huevo, ya que el ave no consigue reservar proteína eficientemente y cuya deposición

Tabla 3. Pesos absoluto y relativo de los principales componentes¹ del huevo de codornices alimentadas con raciones conteniendo diferentes niveles de proteína bruta y de energía metabolizable.

Proteína%	EM kcal/kg	Peso huevo g	Peso yema g	% yema	Peso cáscara g	% cáscara	Peso albumen g	% Albumen
17.5	2750	10.79	3.41	31.59	1.08	10.03	6.30	58.38
	2850	11.09	3.38	30.49	1.08	9.72	6.63	59.79
	2950	11.54	3.72	32.24	1.12	9.72	6.70	58.03
	3050	11.12	3.61	32.47	1.08	9.74	6.43	57.80
19.0	2750	11.50	3.66	31.81	0.95	8.27	6.89	59.91
	2850	10.90	3.39	31.09	1.04	9.53	6.47	59.37
	2950	11.24	3.56	31.09	1.10	9.78	6.58	58.53
	3050	11.57	3.65	31.69	1.07	9.27	6.85	59.18
20.5	2750	11.01	3.36	31.56	1.12	10.19	6.53	59.29
	2850	11.63	3.69	30.52	1.07	9.16	6.86	59.12
	2950	11.53	3.37	31.73	1.07	9.31	7.08	61.45
	3050	11.47	3.65	29.24	1.10	9.61	6.72	58.56
22.0	2750	11.23	3.61	31.83	1.03	9.15	6.60	58.72
	2850	11.41	3.59	32.14	1.01	8.84	6.81	59.69
	2950	11.69	3.60	31.47	1.06	9.04	7.03	60.17
	3050	11.63	3.77	30.79	1.00	8.56	6.86	59.03
CV		4.47	5.78	6.78	7.04	9.79	8.06	6.78

CV: Coeficiente de variación

¹ No significativo (P>0.05).

en el huevo depende del consumo diario de proteína (Pinto *et al.* 2002).

Los resultados del peso del huevo son contrastantes con los encontrados por Moura *et al.*, (2009), por Pinto *et al.*, (2003) y por Perazzo *et al.*, (2008) de 10.69 g, 9.88 a 10.59 g y 12.4 g respectivamente.

Del mismo modo, los resultados obtenidos difieren de la reducción lineal (P<0.01) en el peso del huevo con el aumento de los niveles de energía en las raciones, debido al bajo consumo de ración con el aumento de EM, que resulta en menor disponibilidad de nutrientes para la formación del huevo constatada por Freitas *et al.*, (2005) y Barreto *et al.*, (2007).

Los resultados de peso de yema y de cáscara, del porcentaje de yema y de cáscara, difieren de los obtenidos con dietas con 18% de PB y 2900 kg de EM/kg por (Moura *et al.*, 2009).

Los valores absolutos y relativos de yema y cáscara sugieren que los nutrientes contenidos en las raciones son suficientes para la síntesis de yema y de cáscara. Valores similares fueron constatados con dietas conteniendo levadura (Sucupira *et al.*, 2007) y soya integral (Barreto *et al.*, 2010).

Otros autores encontraron efecto significativo del nivel de proteína sobre el peso de la yema y del albumen (Ribeiro *et al.*, 2003) y efecto cuadrático (P<0.05), de los niveles de lisina sobre el peso y el porcentaje de yema (Moura *et al.*, 2009).

Por otra parte, con el aumento de los niveles de energía en las raciones observaron reducción lineal del peso de la yema (Barreto *et al.*, 2007), explicando que el bajo consumo de ración con el aumento de EM, resulta en menor disponibilidad de nutrientes para la formación de la yema.

Tabla 4. Características de calidad del huevo de codornices alimentadas con raciones conteniendo diferentes niveles de proteína bruta y de energía metabolizable.

Proteína%	EM kcal/kg	Grosor de la cáscara ¹ , µm	Gravedad Específica ¹	Altura ¹ albumen Mm	Unidades Haugh ¹
17.5	2750	20.39	1.073	3.36	82.99
	2850	18.93	1.072	3.36	84.03
	2950	21.07	1.072	3.33	82.89
	3050	20.78	1.073	3.46	83.30
19.0	2750	22.19	1.073	3.43	83.54
	2850	19.52	1.072	3.36	83.27
	2950	19.51	1.073	3.46	83.40
	3050	20.18	1.072	3.51	82.28
20.5	2750	19.05	1.073	3.55	82.32
	2850	19.92	1.073	3.43	82.71
	2950	21.53	1.072	3.35	82.86
	3050	21.25	1.073	3.36	82.83
22.0	2750	20.44	1.073	3.48	82.62
	2850	19.30	1.072	3.42	84.71
	2950	20.33	1.072	3.37	83.35
	3050	19.72	1.072	3.42	84.40
CV		10.85	1.17	3.10	3.46

¹ No significativo (P>0.05)

CV: Coeficiente de variación

Los resultados de peso y porcentaje de yema obtenidos contrastan los valores reportados por Costa *et al.*, (2010) y Vieira *et al.*, (2009). Sin embargo, Costa *et al.*, (2007), no observaron diferencias significativas para esas mismas variables con 20% de PB y 2900 kcalEM/kg en la dieta.

Los resultados de peso y porcentaje de la cáscara, son similares a los obtenidos con diferentes niveles de lisina (Ribeiro *et al.*, 2003) y de codornices sometidas a diferentes métodos de muda forzada (Teixeira *et al.*, 2009). Del mismo modo, difieren del efecto cuadrático observado con diferentes niveles de EM (Barreto *et al.*, 2007) y de lisina (Moura *et al.*, 2009). Aunque la deposición de cáscara depende principalmente de la digestión y absorción del calcio (Sucupira *et al.*, 2007), los resultados relativos obtenidos, se explican por la deposición de proteína para la síntesis de la fracción comestible del huevo representada por la yema y el albumen.

Los resultados de grosor de la cáscara, se explican por los niveles adecuados de minerales en la dieta necesarios para la formación de la cáscara y difieren de los valores obtenidos con dietas con algas marinas (Melo *et al.*, 2008) y grano de soja integral cocido (Gamboa *et al.*, 2005), que estimaron valores medios de grosor de la cáscara de 0.238 y 0.172 mm, explicando los resultados por efecto de la mayor disponibilidad del calcio y por las altas temperaturas respectivamente.

Los resultados relacionados con la consistencia de la cáscara del huevo reflejados en la gravedad específica, se explican por el aporte adecuado de calcio en la dieta, mineral esencial en la formación estructural de la cáscara y son similares a los valores de 1.072-1.073 obtenidos por Mori *et al.*, (2005) y de 1.071-1.073 por Gamboa *et al.*, (2005).

Los resultados de peso del albumen fueron superiores a los obtenidos en la fase inicial de postura con dietas

con niveles de energía de 2650-3050 kcalEM (Barreto *et al.*, 2007), resultados explicados por el bajo consumo de ración debido al aumento de los niveles de EM, que resulta en menor disponibilidad de nutrientes para la formación del albumen. Los valores porcentuales de albumen en este trabajo son inferiores a los valores encontrados por Mori *et al.*, (2005), Moura *et al.*, (2009), Barreto *et al.*, (2007) y Ribeiro *et al.*, (2003), que obtuvieron 61.97; 61.82; 63,8 y 60.65% de albumen respectivamente.

Los resultados de altura del albumen en el presente trabajo se explican por el adecuado suministro de nutrientes que permiten expresar al máximo este carácter hereditario, además por el tiempo y la calidad del almacenamiento durante el periodo del muestreo.

Los resultados sugieren que la calidad de los huevos puede ser influenciada por factores de manejo, genéticos, ambientales, patológicos, fisiológicos y fundamentalmente por la nutrición.

En conclusión dietas con niveles de 17.5 hasta 22% de PB y 2750 hasta 3050 kcalEM/kg energía no afectan las características de calidad del huevo.

Agradecimientos

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

Referencias

Barreto SLT, Quirino BJS, Brito OC, Umigui TR, Araujo MS, Coimbra RJS, Rojas EEG, Freitas JF, Reis RS. Níveis de energia metabolizável para codornas japonesas na fase inicial de postura. R Bras Zootec. 2007;36(1):79-85.

Barreto SLT, Oliveira MWC, Reis RS, Hosoda LR, Corrêa MG, Pena GM. Soja integral processada em dietas para codornas japonesas em postura. R Bras Zootec. 2010;39(9):1978-1983.

Correa GSS, Silva MA, Correa AB, Fontes, DO, Torres RA, Dionello NJL, Santos, GG, Freitas LS. Exigência de proteína bruta e energia metabolizável para codornas de corte EV1. Arq Bras Med Vet Zootec. 2007;59(3):797-804.

Costa CHR, Barreto SLT, Oliveira MWC, Souza RR, Suquimoto LCD, Corrêa MG. Níveis de fósforo e de cálcio em dietas para codornas japonesas em postura. R Bras Zootec. 2007;36(6):2037-2046.

Costa CHR, Barreto SLT, Umigui RT, Lima HJA, Araújo MS, Medina P. Balanço de cálcio e fósforo e estudo dos níveis desses minerais em dietas para codornas japonesas (45 a 57 semanas de idade). R Bras Zootec. 2010;39(8):1748-1755.

Dudosola IO. Comparative evaluation of internal and external qualities of quail and guinea fowl. International R J Plant Sci. 2010;1(5):112-115.

Freitas A, Fátima FFM, Rodrigues FE, Silveira SF, Oliveira BC. Efeito de Níveis de Proteína Bruta e de Energia Metabolizável na Dieta sobre o Desempenho de Codornas de postura. R Bras Zootec. 2005;34(3):838-846.

Gamboa OF, Díaz JC, Hurtado Nery VL, Garzón V Efecto del grano de soja integral cocido en la alimentación de codornices sobre la producción y calidad del huevo. Orinoquia. 2005;9(2):15-21.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, Mapas de Colombia (mapa topográfico). Colombia: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC; 2007.

Melo TV, Ferreira RA, Oliveira VC, Carneiro JBA, Moura AMA, Silva CS, Hurtado Nery VL. Calidad del huevo de codornices utilizando harina de algas marinas y fosfato monoamónico. Arch Zootec. 2008;57(219):313-319.

Mori C, García EA, Pavan AC, Piccinin A, Scherer MR, Pizzolante, CC. Desempenho e qualidade dos ovos de codornas de quatro grupos genéticos. R Bras Zootec. 2005;34(3):864-869.

Moura GS, Barreto SLT, Donzele JL, Hosoda LR, Pena GM, Agelini MS. Dietas de diferentes densidades energéticas mantendo constante a relação energia metabolizável: nutrientes para codornas japonesas em postura. R Bras Zootec. 2008;37(9):1628-1633.

Moura AMA, Soares RTRN, Fonseca JB, Mendonça VRA, Hurtado NVL. Efecto de diferentes niveles dietéticos de lisina total sobre la calidad del huevo de codornices japonesas (*Coturnix japonica*). Arch Latinoam Prod Anim. 2009;17(3 y 4):67-75.

National Research Council, NRC, Nutrient Requirements of poultry. 9 ed., p. 44-45, 1994.

Perazzo CFG, Pereira RV, Castro GC, Cunha LNR, Souza JG, Silva JHV. Exigências de lisina digestível para codornas japonesas na fase de postura. R Bras Zootec. 2008;37(12):2136-2140.

Pérez RH. Caracterización funcional y fisicoquímica de la clara deshidratada del huevo de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*). Huajuapán: Universidad Tecnológica de la Mixteca; 2004.

Pinto R, Soares RA, Teixeira ALF, Gomes PC, Vargas JG. Níveis de Proteína e Energia para Codornas Japonesas em Postura. R Bras Zootec. 2002;31(4):1761-1770.

Pinto R, Ferreira AS, Donzele JL, Silva MA, Soares RTRN, Custódio GS, Pena KS. Exigência de lisina para codornas japonesas em postura. R Bras Zootec. 2003; (32):1182-1189.

Ribeiro MLG, Silva JHV, Dantas MO, Costa PFG, Oliveira SF, Jordao Filho J, Silva EL. Exigências nutricionais de lisina para codornas durante a fase de postura, em função do nível de proteína da ração. R Bras Zootec. 2003;32(1):156-161.

Sistema para Análise Estatística e Genética, SAEG, Versão 9.1. Universidade Federal de Viçosa – UFV. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

Sucupira FS, Fuentes MFF, Freits ER, Braz NM. Alimentação de codornas de postura com rações contendo levedura de cana de açúcar. Cienc Rural. 2007;37 (2):528-532.

Teixeira RSC, Cardoso WM, Siqueira AA, Nogueira GC, Campello CC, Buxadé CC. Aspectos produtivos e qualidade de ovos de codornas japonesas submetidas a diferentes métodos de muda forçada. CAB. 2009;10(3):679-688.

Vieira DVG, Barreto SLT, Barbosa KS, Mencialha R, Mendes RKV, Cassuce MR, Jesus LFD, Silva LFF, Valeriano MH, Pastore SM. Qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com dieta contendo diferentes níveis de cálcio e fósforo disponível. Em: XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação. São Jose dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba. 2009.