

Rendimiento de gallinas Leghorn en ambiente tropical y niveles crecientes de proteína cruda en la dieta



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Carlos Andrés Alzate¹, William Narváez-Solarte^{2,4}, Elvis Alexander Díaz-López^{3,4}

¹Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

²Departamento de Salud Animal, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

³Departamento de Producción Agropecuaria, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

⁴Grupo de Investigación en Nutrición, Metabolismo y Calidad Alimentaria

elvis.diaz@ucaldas.edu.co

(Recibido: febrero 23, 2010; aprobado: mayo 28, 2010)

RESUMEN: Se realizó un experimento para determinar los requerimientos nutricionales de Proteína Bruta (PB) en aves de postura livianas post-pico de producción durante el primer ciclo de postura. En el experimento se utilizaron 300 gallinas Hy Line W36® de 38 semanas de edad, distribuidas en un diseño experimental irrestrictamente al azar, con cinco tratamientos, cinco repeticiones y 12 aves por unidad experimental. Las aves se alimentaron con una dieta básica de maíz, sorgo y torta de soya, con 2.800 kcal de EM/kg y cinco niveles de PB (14, 15, 16, 17 y 18%). No se observaron diferencias estadísticas significativas ($P>0,05$) en la producción de huevo, masa de huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia y ganancia de peso corporal de las aves sometidas a los diferentes tratamientos. Por lo tanto, el rendimiento productivo de las aves es independiente del nivel de proteína bruta, siempre y cuando se garanticen los niveles adecuados de energía y aminoácidos limitantes.

Palabras clave: aves, livianas, nutrición, nutriente, requerimientos

Performance of Leghorn hens in tropical environment and increased levels of crude protein in the diet

ABSTRACT: An experiment was carried out to determine the nutritional requirements of crude protein in light post-peak production poultry during the first lay cycle. Three hundred 38 weeks old Hy Line W36® hens were used for the experiment, distributed in an experimental design unreservedly at random with five treatments, five repetitions and 12 hens for experimental unit. The birds were fed with a basic diet including corn, sorghum, and soybean cake, with 2,800 kilocalories of EM/kg, and five levels of PB (14, 15, 16, 17 and 18%). Meaningful statistic differences were not observed ($P>0,05$) in egg production, egg mass, food consumption, nutritional conversion and birds corporal weight increase of the birds that underwent the different treatments. As a consequence, the productive performance of the birds is not related with the level of raw protein only if the adequate levels of energy and limiting amino acids are guaranteed.

Key words: poultry, white, nutrition, nutrient, requirements

Introducción

La palabra proteína viene del griego *proteios*, que significa primo o primario. Esta es la referencia más apropiada para el componente fundamental de los tejidos animales, que es un suplemento necesario durante toda la vida del animal.

La proteína es básica tanto para el crecimiento como para la producción de carne, leche y huevos. Las funciones de las proteínas en el organismo no pueden ser sustituidas por otros nutrientes, por lo que son esenciales; y debido a que no pueden ser almacenadas en cantidad y tiempo suficientes, deben sintetizarse continuamente en el organismo (Keshavarz & Austic, 2004).

El requerimiento de proteína en las aves de postura está determinado por los factores ambientales, la edad de los animales, la genética, la sanidad y la fase de producción en la que las aves se encuentren. En condiciones tropicales, las aves ponedoras son sometidas a altas temperaturas, factor determinante en la producción.

Leeson & Summers (2001) sugieren aumentar el nivel de proteína de la ración para compensar la disminución en el consumo de alimento, cuando las aves son sometidas a temperaturas altas, teniendo en cuenta que la proteína y los aminoácidos de la ración en gallinas de postura son esenciales para lograr producción y masa de huevos adecuadas, así como buena ganancia de peso corporal (Keshavarz & Austic, 2004).

La presente investigación tiene por objetivo evaluar los efectos del nivel creciente de proteína bruta y estimar el requerimiento nutricional de este nutriente para aves livianas de 39 a 45 semanas de edad, criadas bajo condiciones de clima tropical.

Revisión de Literatura

Efecto de la proteína sobre el rendimiento de las aves de postura

Robbins et al. (2006) observaron que el porcentaje de producción de huevos en aves de postura

livianas, alimentadas con 14% de PB en la ración, era inferior al de las aves alimentadas con niveles entre 15,0 y 16,0% de PB. Igualmente, Hussein et al. (1996) sostienen que para obtener una mayor producción de huevo se debe seguir un programa de alimentación por fases de acuerdo con sus necesidades durante cada período de su ciclo productivo, y recomiendan 19,5% de PB para la primera fase, 17% en la segunda y 16,5% cuando éstas superan las 60 semanas de edad. Mientras tanto, Reid (1976) recomienda suministrar diariamente 17,5 g de proteína en el periodo de 26 a 38 semanas de edad; 17,8 g de la 39 a 50 semanas y 14,9 g de proteína de las 51 a 62 semanas. Kleyn & Gous (1988) afirman que aunque el nivel de proteína en la dieta para aves de postura afecta la producción de huevo, es necesario mantener un adecuado perfil aminoacídico acorde con la producción y el consumo de alimento de las aves.

Díaz-López et al. (2011) observaron que aves livianas criadas en condiciones tropicales y alimentadas con 16% de PB en la ración, produjeron 1,48%, 0,36%, 2,24% y 2,65% más huevos que aves alimentadas con 14, 15, 17 y 18% de PB, respectivamente. Además, encontraron que tanto en aves livianas como en semipesadas el nivel de 18% de PB en la ración ocasiona la peor producción de huevo, y que las aves que consumen este nivel de proteína tienden a presentar ganancia de peso corporal excesiva; respuesta también observada por Keshavarz & Nakajima (1995) al incrementar el nivel de proteína de 11% a 15 y 19% en la dieta. Según Lemme et al. (2004), existe relación directa entre el nivel de proteína y los índices de producción y masa de huevo. Al respecto, Jensen & Penz (1991) manifiestan que con niveles de 13% PB, las aves ponen huevos de bajo peso, y consideran que este resultado se debe a la baja disponibilidad de aminoácidos para la síntesis proteica durante las tres o cuatro horas que el huevo en formación permanece en el Magnum. Además, ellos observaron mayor masa de huevo en aves livianas, al incrementar el nivel de PB de la ración del 14 al 18%.

Bajo condiciones tropicales, Díaz-López et al. (2011) no encontraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) en la conversión alimenticia, el consumo de alimento y la masa de huevo de aves livianas de postura alimentadas con niveles de 14 a 18% de PB en la dieta. Por otro lado, aunque el consumo de alimento de las aves se afecta más por el nivel de energía de la dieta (Nesheim, 1968), existe diversidad de investigaciones en las que se ha demostrado que la proteína también afecta el consumo de alimento y, por ende, la conversión alimenticia. Al respecto, Robbins et al. (2006) demostraron que aves con 13% de PB en la dieta aumentan el consumo de alimento sin afectar la producción de huevos. Igualmente, Ibrahim et al. (1992) alimentaron aves livianas de primer ciclo de producción, con niveles de 13, 15 y 17% de PB en la dieta, y observaron que aquellas alimentadas con 17% de PB mostraron menor consumo y mejor conversión alimenticia sin alterar los demás índices de rendimiento.

Basados en que las aves alimentadas con niveles de proteína del 18% consumen menor cantidad de alimento y presentan mejor conversión alimenticia que aves alimentadas con 15% de PB, Hulan et al. (1985) recomiendan alimentar las aves al inicio de la producción con niveles altos de proteína y disminuirlos a medida que la postura avanza.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en el Centro de Investigación en Ciencia Avícola de la Universidad de Caldas, localizada en el municipio de Palestina, departamento de Caldas, Colombia, a $75^{\circ} 45'$ longitud Oeste y $5^{\circ} 04'$ de latitud Norte; y a 1.010 m.s.n.m., con temperatura media de $22,5^{\circ}\text{C}$, humedad relativa del 75% y precipitación anual de 2.377 mm en promedio.

En el experimento fueron utilizadas 300 ponedoras de la línea comercial Hy-line W36[®] de 38 semanas de edad, alojadas en jaulas convencionales de 30

x 42 cm cada una, dispuestas en un galpón para producción de huevo de 32 x 10 m cerrado con malla de alambre y cubierto con tejas de asbesto cemento. Las aves recibieron un fotoperiodo de 16 horas luz-día, complementando la iluminación natural con artificial.

Las aves se seleccionaron a las 38 semanas de edad, considerando la uniformidad y el peso corporal inicial que fue de 1.430 ± 50 g. Posteriormente, los animales fueron sometidos a un periodo de adaptación de 7 d, seguido por el periodo experimental de 6 semanas.

La ración fue ofrecida diariamente en dos horarios, a las 7:00 y 17:00 horas, garantizando el consumo de alimento y agua a voluntad durante todo el periodo experimental. Se midieron la temperatura ambiental y la humedad relativa del aire por medio de termómetros de máxima y mínima y un termohigrómetro (Tabla 1) adecuadamente distribuidos e instalados dentro del galpón a la altura de las aves.

Los animales se distribuyeron en un diseño irrestrictamente al azar (DÍA), con cinco tratamientos (14, 15, 16, 17 y 18% PB), cinco repeticiones y 12 aves por unidad experimental. La dieta básica (Tabla 2) fue balanceada a base de maíz, sorgo y torta de soya con 2.800 kcal/kg, para satisfacer todos los requerimientos nutricionales excepto de proteína, según las recomendaciones de Rostagno (2005) y NRC (1994).

Se evaluaron las variables producción de huevo (%), masa de huevo (g), conversión alimenticia (kg de alimento/docena de huevos), consumo de alimento (g/ave/día) y ganancia de peso corporal (g/ave). Los resultados fueron sometidos al análisis de varianza. Las estimativas de los requerimientos de PB fueron establecidas por los modelos de regresión polinomial, considerando la respuesta biológica de los animales. Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis System).

Tabla 1. Temperatura media diaria (°C) y humedad relativa (%).

Semana	Temperatura media °C		Humedad relativa %
	Máxima	Mínima	
1	32,8	20,6	85,57
2	28,8	21,4	86,85
3	30,4	21,2	86,14
4	31,5	20,7	89,50
5	29,5	20,0	83,07
6	33,0	20,3	94,78

Tabla 2. Raciones experimentales.

Ingredientes	Unidad	T1	T2	T3	T4	T5
Maíz	%	47,57	48,85	50,14	51,43	52,72
T, Soya	%	16,58	17,61	18,65	19,69	20,73
Sorgo	%	24,20	20,64	17,10	13,55	10,00
H, Carne	%	0,00	1,50	3,00	4,50	6,00
H, Hueso	%	2,15	1,86	1,58	1,30	1,01
Sebo	%	0,57	0,71	0,84	0,98	1,12
Sal	%	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Carbonato de Ca	%	7,97	7,95	7,92	7,90	7,88
DL-met 99	%	0,23	0,20	0,17	0,14	0,11
L-lisina HCl	%	0,31	0,23	0,16	0,08	0,00
Minerales	%	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Vitaminas	%	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Antioxidante	%	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nutrientes calculados						
Proteína bruta	%	14	15	16	17	18
Energía metabolizable	Mcal/kg	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Calcio	%	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
Fosf, Dispon,	%	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Sodio	%	0,146	0,146	0,146	0,146	0,146
A, Linoleico	%	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Lisina	%	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Met, Cist	%	0,736	0,736	0,736	0,736	0,736

Resultados y Discusión

Producción de huevo (%)

Al realizar el análisis de varianza de la producción de huevos de las aves sometidas a los diferentes niveles de proteína bruta en la ración, presentados en la Tabla 3, no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$). En estos resultados se observa que el incremento del nivel de proteína bruta en la dieta de 14 a 18% no afecta la producción de huevos en aves livianas de primer ciclo de postura en segunda fase de producción bajo condiciones tropicales.

Resultados similares fueron observados por Díaz-López et al. (2011), quienes tampoco observaron efecto del nivel creciente de PB en la dieta sobre la producción de huevos tanto en aves livianas como semipesadas de 19 a 29 semanas de edad, de modo que concluyeron que en condiciones tropicales el nivel de proteína bruta de la dieta del 14 a 18% para aves livianas y semipesadas, no afecta el porcentaje de postura en la primera fase de producción, siempre que las cantidades de aminoácidos esenciales limitantes en las dietas permanezcan constantes y ajustadas a los requerimientos de las aves; afirmación también realizada por Summers & Leeson (1993).

Tabla 3. Efecto del nivel de proteína en la dieta sobre el rendimiento de ponedoras livianas durante el primer ciclo de postura.

Proteína (%)	Producción de huevo (%)	Masa de huevo (g)	Consumo de alimento (g/ave/día)	Conversión alimenticia (kg/docena huevo)	Ganancia de peso (g)
14%	91,82	51,73	97,39	1,26	37,60
15%	92,51	51,33	94,20	1,24	49,02
16%	92,57	52,85	95,72	1,25	54,02
17%	92,25	53,48	97,85	1,27	50,95
18%	91,05	52,29	95,07	1,24	47,07
CV%	2,00	2,40	4,19	4,55	27,54

Diferencias estadística no significativa ($P>0,05$).
CV%: Coeficiente de variación.

Al respecto, Keshavarz (1984) sostiene que los requerimientos de proteína para producción de huevo pueden ser disminuidos, siempre y cuando se suministre un adecuado balance de aminoácidos en la dieta; afirmación que corrobora lo observado por Fasuyi et al. (2007), quienes al ofrecer raciones con 10,4% de PB, adicionada con lisina y metionina a ponedoras livianas, encontraron producciones de huevo similares a los obtenidos con niveles de 15,7% PB en la dieta. Por lo anterior, el haber trabajado en la presente investigación con raciones isolisínicas, isometionínicas e isocalóricas, pudo haber influido para que las aves sometidas a los diferentes niveles de proteína no presentaran diferencias estadísticas sobre el índice de producción de huevos. El efecto de los aminoácidos limitantes

puede ser corroborado en las investigaciones de Reid (1976), Keshavarz & Austic (2004), y Filho et al. (2006), quienes observaron que el aumento en el nivel de proteína bruta en la dieta afecta positivamente la producción de huevo de las aves. Sin embargo, en las investigaciones por ellos realizadas no se mantuvo balanceada la cantidad de aminoácidos limitantes en las dietas a base de maíz y torta de soya que conformaban los diferentes tratamientos.

No obstante que las aves alimentadas con 17% de PB hayan presentado 1,75; 2,15; 0,63 y 1,19 g más en la masa de huevo, que aquellas alimentadas con los niveles de 14, 15, 16 y 18%, respectivamente, los resultados de esta variable (Tabla 3) no presentaron diferencias estadísticas

significativas ($P>0,05$). Resultados similares fueron hallados por Jensen y Penz (1991), quienes tampoco observaron diferencias estadísticas en la masa de huevo de aves livianas alimentadas con niveles entre 13 y 16% de PB y entre 14 y 18% de PB. Resultados que difieren de los obtenidos por Halle et al. (2005), quienes encontraron que al incrementar el nivel de proteína en la dieta desde el 13 al 15 y 17%, la masa de huevo aumenta. Al respecto, Novak et al. (2004) afirman que 16% de PB en la dieta, adicional a un adecuado balance de metionina y cistina, permite que las aves aumenten el tamaño de huevo durante el primer ciclo de producción.

Los datos de la Tabla 3 indican que los niveles de PB probados en aves livianas bajo condiciones tropicales, no afectan significativamente el consumo de alimento ($P>0,05$). Sin embargo, el NRC (1994) recomienda alimentar aves livianas durante el primer ciclo de producción con alimento que contenga 15% de PB y 2.900 kcal EM/kg, para que el consumo diario represente un buen índice de postura. De otro lado, Leeson y Summers (2001) observaron que las aves alimentadas con dietas de 14% PB consumieron mayor cantidad de alimento que las que se alimentaron con 15,5% PB, teniendo en cuenta que el factor determinante para esta variable es el contenido energético de la dieta.

En el presente caso, el consumo diario de alimento fue menor para las dietas más energéticas, aumentando cuando la dieta proporcionaba menos energía metabolizable. Este ensayo tuvo una ración isocalórica con 2.800 kcal EM /kg para los cinco niveles de PB que se probaron, lo que permite justificar la respuesta de las aves ($P>0,05$).

Jensen & Penz (1991) no encontraron diferencia significativa en la producción de huevo, consumo de alimento y ganancia de peso corporal, al comparar el rendimiento productivo de aves livianas alimentadas con dietas de 13 y 16 % de PB. Por lo tanto, en las condiciones de clima tropical, las aves livianas de postura presentan consumos diarios similares, si se les suministra niveles entre 14 y 18 % PB en la dieta.

Los resultados también indican que los niveles de proteína bruta suministrados en la dieta de aves livianas durante primer ciclo no afectan significativamente la conversión alimenticia de las mismas ($P>0,05$). Johnston & Gous (2007) observaron comportamiento similar en aves que consumieron entre 14 y 18% PB. No obstante, Halle et al. (2005), alimentando aves livianas de primer ciclo con niveles de 13, 15 y 17%, observaron que las que consumieron 17% presentaron mejor conversión alimenticia. Al respecto, Hulan et al. (1985) probaron dietas con 15, 18 y 21% de PB, y observaron que las aves alimentadas con alta PB consumieron menor cantidad de alimento que las que recibieron raciones con 15 y 18%, resultando en una mejor eficiencia alimenticia al confrontar el peso del alimento consumido por unidad de peso de los huevos obtenidos. Sin embargo, la mejor eficiencia en términos de utilización de proteína (gramos de proteína consumida/gramos de huevo producido) fue exhibida por las aves alimentadas con 15% de proteína en la dieta.

Los diferentes niveles de proteína ensayados no afectaron la ganancia de peso de las aves ($P>0,05$). Keshavarz (1984) afirma que las aves de postura livianas requieren entre 16 y 18% PB para mantener un adecuado peso corporal sin afectar el porcentaje de producción. Nivas & Sunde (1969) alimentaron aves livianas de postura durante el primer ciclo de producción con raciones de 14, 16 y 18% de PB, observando mayor ganancia de peso corporal en las aves alimentadas con 18%. Lee et al. (2002) observaron incremento en la ganancia de peso corporal al aumentar el nivel de proteína en la dieta desde 11 a 15 y 19% PB; sin embargo, Sakomura (2004) mostró que los niveles de proteína de 11, 13, 15 y 17% no tienen efecto en el mantenimiento del peso corporal. Al respecto, Jensen & Penz (1991) sostienen que el peso del huevo y la ganancia de peso corporal es menor en aves livianas de postura alimentadas con 13% PB que el de aquellas alimentadas con 16% PB en la dieta. No obstante, no se ha observado diferencia estadística significativa, y en la respuesta biológica de los animales se observa que las aves alimentadas con 16% PB en

la dieta mostraron una ganancia de peso mayor con respecto a las alimentadas con 14, 15, 17 y 18% de PB.

Conclusión

Los niveles crecientes de proteína bruta desde el 14 al 18%, en raciones isocalóricas, isolisínicas e isometionínicas, no afectan el consumo de alimento, la conversión alimenticia, la ganancia de peso corporal, la producción y la masa de huevo de ponedoras livianas de segunda fase de postura en primer ciclo de producción, sometidas a condiciones tropicales. Por lo tanto, el rendimiento productivo de las aves es independiente del nivel de proteína bruta, siempre y cuando se mantengan constantes los niveles de energía y aminoácidos limitantes.

Referencias Bibliográficas

- Díaz-López, E.A.; Narváez-Solarte, W.; López-González, J.F. **Desempeño zootécnico de gallinas leghorn y semipesadas alimentadas con diferentes niveles de proteína bruta en la dieta, en clima tropical.** Grupo de investigación en nutrición, metabolismo y calidad alimentaria. Universidad de Caldas, Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2011. 14p.
- Fasuyi, A.O.; Dairo, F.S.A.; Olujimi, O.T. Protein supplementary quality of vegetable leaf meal (*Amaranthus cruentus*) in the diets of laying hens: Egg laying performance, egg quality and hematological implications. **J. Food Agric. Environ**, v.5, p.294-300, 2007.
- Filho, J.J.; Vilar da Silva, J.H.; Lindolfo da Silva, E. et al. Methionine + cystine requirements of semi-heavy laying hens from the starter to peak of egg production. **R. Bras. Zootec.**, v.35, p.1063-1069, 2006.
- Halle, I.; Danicke, S.; Rauch, H.W. Untersuchungen zur Aminosäurenversorgung von Legehhybriden. **Arch. Geflügelkd**, v.69, p.167-174, 2005.
- Hy-line internacional, variedad w-36. **Guía de manejo comercial.** Manual. Estados Unidos. p.11-12 y 18, 2010.
- Hulan, H.W.; Mcrae, K.B.; Proudfoot, F.G. Performance Comparisons of Phased Protein Dietary Regimens Fed to Commercial Leghorns During the Laying Period. **Agriculture Canadá, Research Station, Kentville, Nova Scotia, Poultry Science**, v67, 1447-1454, 1985.
- Hussein, A.S.; Cantor, A.H.; Pescatore, A.J. et al. Effect of Dietary Protein and Energy Levels on Pullet Development. **Poultry Science**, v.75: 973-978, 1996.
- Ibrahim, S.; Blair, R.; Jacob, J. Using reduced protein diets to minimize nitrogen excretion of layer. En: **Department of Animal Science. Abstracts.** University of BC, Vancouver, BC. V6T1Z4, 1992.
- Jensen, L.S.; Penz, A.M. Metabolism and Nutrition. Influence of Protein Concentration, Amino acid Supplementation, and Daily Time of access to High or Low – Protein Diets on Egg Weight, Production and Components in Laying Hens. **Poultry Science**, v.70: p.2460-2466, 1991.
- Johnston, S.A.; Gous, R.M. Modelling the changes in the proportions of the egg components during a laying cycle. **Br. Poult. Sci.**, v.48, p.347-353, 2007.
- Keshavarz, K. The effect of different dietary protein levels in the rearing and laying periods on the performance of white leghorn chickens. **Poultry Science**, v.63, p.2229-2240, 1984.
- Keshavarz, K.; Nakajima, S. The effect of dietary manipulations of energy, protein, and fat during the growing and laying periods on early egg weight and egg components. **Poult. Sci.**, v.74, p.50-61, 1995.
- Keshavarz, K.; Austic, R.E. The use of low-protein, low-phosphorus, amino acid- and phytase-supplemented diets on laying hen performance and nitrogen and phosphorus excretion. **Poult. Sci.**, v.83, p.75-83, 2004.
- Kleyn, F.J.; Gous, R.M. **Response of Laying Hens to Energy and Amino acids.** Department of Animal Science and Poultry Science, University of Natal, Pietermaritzburg, South Africa 8: 113, 1988.
- Lee, K.H.; Ohh, Y.S. Effects of nutrient levels and feeding regimen of a.m. and p.m. on laying hen performances and feed cost. **Korean J. Poult. Sci.**, v.29, p.195-204, 2002.
- Leeson, S.; Summers, J. **Nutrition of the chicken.** 4th ed. Univ. Books, Guelph, Ontario, Canada, 2001.
- Lemme, A.; Rostagno, H.S.; Knox, A. et al. **Responses of laying hens to graded levels of dietary methionine.** 22nd World's Poult. Conf., Istanbul,

- Turkey. (Abstr.), 2004.
- Nesheim, C.M. Phase Feeding. **Feedstuffs**, v.40, n.30, p.24, 1968.
- Nivas, S.C.; Sunde, M.L. **Protein Requeriments of Layers Per Day and Phase Feeding**. Department of Poultry Science, University of Winsconsin, Madison, Winsconsin. 53706. p.1672-1678, 1969.
- Novak, C.L.; Yakout, H.; Scheideler, S.E. The combined effects of dietary lysine and total sulfur amino acid level on egg production parameters and egg components in Dekalb Delta laying hens. **Poult. Sci.**, v.83, p.977-984, 2004.
- NRC. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC, 1994.
- Reid, B.L. Estimated daily protein requeriments of laying hens. **Poultry Science**, v.55, p.1641-1645, 1976.
- Robbins, K.R.; Saxton, A.; Southern, L. Estimation of nutrient requirements using broken-line regression analysis. **J. Anim. Sci.**, (E-Suppl.) 84:E155–E165, 2006.
- Rostagno, H.S.; Taeixeir, A.L.; Donzele, J.L. et al. **Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos. Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales**. 2da Edición. Universidad Federal de Viosa. Brasil, 2005.
- Sakomura, N.K. Modelling energy utilization in broiler breeders, laying hens and broilers. **Braz. J. Poult. Sci.**, v.6, p.1-11, 2004.
- SAS Institute. **SAS/STAT User's Guide**. Version 6. 5th ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC. 2002.
- Summers, J.D.; Leeson, S. Influence of diets varying in nutrient density on the development and reproductive performance of White Leghorn pullets. **Poult. Sci.**, v.72, p.1500-1509, 1993.