

Proteína bruta para aves de postura en el bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) colombiano

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN



Elvis Alexander Díaz-López¹, William Narváez-Solarte²

¹Departamento de Producción Agropecuaria, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia.

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

elvis.diaz@ucaldas.edu.co

(Recibido: enero 12, 2012 aprobado: mayo 23, 2012)

RESUMEN: Se realizaron dos experimentos para determinar los requerimientos nutricionales de proteína bruta (PB) para gallinas livianas y semipesadas, durante la primera fase de producción (19 a 29 semanas de edad); evaluar y establecer el efecto de la proteína sobre el desempeño de gallinas ponedoras en condiciones climáticas del bosque muy húmedo premontano (bmh-PM). En el primer experimento se utilizaron 300 aves Hy-Line W-36 y en el segundo experimento 200 aves Hy-Line Brown, distribuidas en un diseño experimental irrestrictamente al azar (DIA) con cinco tratamientos, cinco repeticiones y 12 aves Hy-Line W-36[®] y 8 aves Hy-Line Brown[®], por unidad experimental. Las aves fueron alimentadas con una dieta básica de maíz y torta de soya, con 2800 kcal de EM/kg y cinco niveles de PB (14, 15, 16, 17 y 18%). No mostraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) en las variables producción de huevo, conversión alimenticia, consumo de alimento, huevos por ave alojada y humedad de las heces, tanto en aves livianas como en semipesadas. Entretanto, la edad al pico de producción disminuyó con el incremento en el nivel de proteína en las aves livianas, mientras la ganancia de peso aumentó con los niveles crecientes de PB. Es posible alimentar aves livianas y semipesadas en condiciones ambientales del bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) con raciones entre 14% y 17% de PB para lograr una buena producción de huevo, siempre que se ofrezca a las aves la cantidad diaria de aminoácidos esenciales limitantes y se mantenga una ganancia de peso corporal adecuada.

Palabras clave: aves, huevo, nutrición, ponedoras, requerimientos

Crude protein for feeding laying hens in the Colombian premontane humid forest

ABSTRACT: Two experiments to determine nutritional requirements of crude protein (CP) for leghorn laying hens and brown laying hens during the first productions phase (19 to 29 weeks old) were carried out, in order to assess and establish the crude protein effect on laying hens under premontane humid forest conditions. Three hundred Hy-Line W-36[®] hens were used in the first experiment

and 200 Hy-Line Brown® hens were used in the second one, distributed in an experimental complete randomized design (CRD), with five treatments, five repetitions and 12 “Hy line W36” fowl and 8 “Hy line Brown” fowl per experimental unit. The fowl were fed with a basic corn diet and soybean meal, with 2800 kcal ME/kg and five CP levels (14, 15, 16, 17 and 18%). Statistic differences ($P>0.05$) were not found in the egg production variables, feed conversion, food intake, eggs per housed fowl and feces dampness both in leghorn brown laying hens. Meanwhile, the production peak age decreased with the increase in the protein level in leghorn laying hens, while the weight profit increased with the growing levels of CP. It's possible to feed leghorn and brown laying hens in premontane humid forest conditions with 14 to 17% CP levels, in order to obtain good eggs production, provided that fowls are given the daily quantity of essential and limiting aminoacid and a gain of suitable body weight is maintained.

Key words: fowls, egg, nutrition, laying hens, requirements

Introducción

Existen numerosos estudios dirigidos a establecer los requerimientos de proteína bruta (PB) en ponedoras comerciales modernas, obtenidas de programas de mejoramiento genético riguroso, para que estas puedan manifestar su máximo potencial de producción. Aunque en condiciones del bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) es limitada la información existente, en otras latitudes se han publicado resultados de diversas investigaciones durante las últimas cuatro décadas referentes a los requerimientos de PB para ponedoras, con diversos resultados según el lugar donde estas se hayan realizado.

La diversidad de afirmaciones sobre los requerimientos de PB en las aves de postura, no permite establecer con certeza los requerimientos de proteína de las ponedoras comerciales modernas durante la primera fase de producción cuando son explotadas bajo condiciones ambientales del bosque muy húmedo premontano (bmh-PM).

Sauer et al. (2008) recomiendan 17% de PB en la ración para máxima producción de huevo. Sin embargo, Robbins et al. (2006) recomiendan 14,9% de PB. Posteriormente, Filho et al. (2006) sostienen que 16% de PB en la ración es el nivel adecuado para maximizar la producción de huevo. Pero, Sterling et al. (2002) afirman que con un nivel de 18% de PB y alto nivel de energía metabolizable en la ración se obtiene mejor producción de huevo. Al respecto, Bohnsack et al. (2002) afirman que para maximizar la producción de huevos es necesario ofrecer más de 16 g de proteína/ave/día. Afirmaciones similares a las realizadas por Harms et al. (2000) y Peebles et al. (2000).

Según el NRC (1994), para mejorar los índices de rendimiento, recomienda que para aves de postura livianas y semipesadas con consumo diario de 100 g de alimento por ave, durante la primera fase de producción, se requieren dietas con 15% de PB y 2900 kcal EM o 16,5% de PB cuando consumen 116 g de alimento/ave/día.

Según Keshavarz (1984), la disminución en la producción de huevos con bajos niveles de PB puede ser corregida al ofrecer un adecuado balance de aminoácidos en la dieta. Ibrahim et al. (1992), observaron disminución del 30% en la excreción de nitrógeno en ponedoras, al reducir el nivel de PB de la dieta de 17% a 13,5%, y suplementarla con aminoácidos esenciales, pero, no encontraron efecto de esta variación sobre la producción de huevos.

Hy-Line Internacional (2010), afirma que aves livianas Hy-Line W-36 y semipesadas Hy-Line Brown bajo condiciones de manejo adecuadas y niveles de PB de 16% y 18% alcanzan el 50% de producción de huevo entre las 22 a 23 y 21 a 22 semanas de edad, respectivamente. Y que estas aves a temperaturas ambientales de 26,7°C, deben alcanzar el pico de producción entre las semanas 28 y 27, respectivamente.

Mayor ganancia de peso corporal en ponedoras livianas observó Keshavarz (1984), al incrementar el nivel de PB de la ración durante las 10 primeras semanas de producción. No obstante, Harms et al. (2000) no encontraron efecto de la variación del nivel de PB de la dieta (11,5%, 13% y 18%) en raciones isocalóricas, sobre la ganancia de peso de las aves durante la primera fase de producción.

Bohnsack et al. (2002), afirman que el nivel de 22% de PB en la ración de ponedoras livianas durante la primera fase de producción genera la mejor conversión alimenticia. Al respecto, Keshavarz & Nakajima (1995) afirman que el nivel de proteína no tiene influencia en el peso corporal, producción de huevos ni en la conversión alimenticia de aves ponedoras livianas al comparar niveles de 14% y 18% de PB.

El objetivo de este estudio es evaluar el rendimiento zootécnico de aves livianas y semipesadas y determinar el nivel de proteína bruta en el cual las gallinas presentan como respuesta el mejor desempeño, durante la primera fase de producción, bajo condiciones ambientales del bosque muy húmedo premontano (bmh-PM).

Materiales y Métodos

Se realizaron dos experimentos en el Centro de Investigación en Ciencias Avícolas de la Universidad de Caldas, ubicado en el municipio de Palestina, departamento de Caldas, Colombia, ubicado a 75°45' Longitud Oeste y 5°04' de Latitud Norte, y una altitud de 1010 msnm, temperatura media de 22,5°C, humedad relativa del 75% y precipitación anual de 2377 mm.

En el primer experimento fueron utilizadas 300 ponedoras livianas de la marca comercial Hy-Line W-36[®], y en el segundo experimento se utilizaron 200 ponedoras semipesadas de la marca comercial Hy-Line Brown[®]. En ambos experimentos las aves fueron alimentadas con cinco niveles de PB desde la 19^a a la 29^a semana de edad.

Las aves se alojaron durante el periodo experimental, en un galpón abierto de 32 x 10 m, cercado por malla de alambre en sus laterales, cubierto con tejas de asbesto cemento, con jaulas convencionales de 30 x 42 cm cada una. Las aves recibieron un fotoperiodo de 14 horas luz-día, complementando la iluminación natural con artificial.

Las aves se seleccionaron a las 18 semanas de edad, considerando la uniformidad y el peso corporal inicial que fue en media de 1,275 kg y 1,447 kg para aves livianas y semipesadas, respectivamente.

Posteriormente, los animales fueron sometidos a un periodo de adaptación de siete días, seguido por el periodo experimental de 11 semanas. Las raciones fueron ofrecidas 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 midió 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.

Tabla 1. Temperatura media y humedad relativa durante el periodo experimental

Periodo (semana)	Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)
	Media Máxima	Media Mínima	Media Real	Media Real
(19-23)	31,2	21,2	26,2	77,5
(24-26)	33,5	20,9	27,2	76,0
(27-29)	34,0	20,7	27,4	75,0
(19-29)	32,9	20,9	26,9	76,1

Los animales se distribuyeron en un diseño irrestrictamente al azar (DIA), con cinco tratamientos (14, 15, 16, 17 y 18% PB), cinco repeticiones y 12 aves por unidad experimental para las aves livianas y 8 aves por unidad experimental para las aves semipesadas. En los dos experimentos la ración básica (Tabla 2) fue formulada en base a maíz y torta de soya con 2800 kcal/kg, balanceada para satisfacer todos los requerimientos nutricionales excepto de proteína, según las recomendaciones de NRC (1994) y Rostagno et al. (2005).

Tabla 2. Dietas 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
Fósforo disponible	%	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Sodio	%	0,146	0,146	0,146	0,146	0,146
Á. Linoleico	%	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Lisina	%	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Met+Cist	%	0,736	0,736	0,736	0,736	0,736

Se evaluaron la producción de huevo (%), la conversión alimenticia (kg de alimento/docena de huevos), el consumo de alimento, la edad al 50% y al pico de producción, el número de huevos por ave alojada, la ganancia de peso corporal y el porcentaje de humedad de las heces.

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis System, 2002). Las estimativas de los requerimientos de PB fueron establecidas por los modelos de regresión polinomial, teniendo en cuenta la respuesta biológica de los animales.

Resultados y Discusión

Al realizar el análisis de varianza de los datos producción de huevos (%) tanto en aves livianas como semipesadas (Tabla 3), no se observaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) entre los tratamientos en el periodo de 19 a 29 semanas de edad, en las dos líneas. Por lo tanto, el nivel de proteína bruta desde 14 a 18% en la ración durante este periodo no afectó el porcentaje de producción de huevo en aves de postura comercial liviana y semipesadas, sometidas a condiciones climáticas del bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) con un nivel de energía metabolizable de 2800 kcal EM/kg.

Tabla 3. Producción de ponedoras livianas (L) y semipesadas (S) de 19-29 semanas de edad con niveles crecientes de proteína, criadas en el bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) colombiano

PB %	Producción de huevo (%)		Conversión alimenticia (kg/docena)		Consumo de alimento (g/ave/día)		Huevos por ave alojada	
	L	S	L	S	L*	S	L	S
14	74,87	80,66	1,39	1,49	86,90	103,31	57,65	63,40
15	75,99	75,84	1,34	1,58	85,00	105,26	58,51	59,32
16	76,35	80,50	1,35	1,49	86,29	101,54	57,86	62,87
17	74,11	78,28	1,39	1,53	86,14	103,06	57,06	62,05
18	73,70	76,00	1,37	1,58	84,34	104,04	56,49	60,90
C.V.	3,46	4,46	4,43	4,3	2,26	4,89	3,50	4,71

*P<0,05.

Resultados que difieren con los obtenidos por Pavan et al. (2005), quienes observaron que aves alimentadas con 18% de PB presentaron mayor producción de huevo que aquellas alimentadas con 14 o 16% de PB. Así mismo, Bohnsack et al. (2002) y Fasuyi et al. (2007) encontraron que al aumentar el nivel de proteína bruta en la ración se afecta positivamente el porcentaje de producción de ponedoras de huevos comercial.

Entretanto, Fru-Nji et al. (2007) observaron efecto del nivel de PB del alimento sobre el porcentaje de producción de huevo cuando este es inferior o igual al 12%, mientras Summers & Leeson (1993) afirman que niveles de 14,9 y 15% de PB son suficientes para maximizar la producción de huevo.

Al analizar la respuesta biológica de los animales respecto a las medias de cada tratamiento, existe la tendencia en aves livianas y semipesadas a disminuir la producción de huevo con los niveles de 18% de PB en la ración (73,70% y 76%, respectivamente). Situación que se puede deber a la pérdida de la relación energía:proteína, como lo afirman Bonekamp et al. (2010).

Según Keshavarz (1984), los requerimientos de proteína para producción de huevo durante el período de postura pueden ser reducidos siempre que sea suministrado un adecuado balance de aminoácidos en la dieta; afirmación que corrobora lo planteado por Lemme et al. (2004), quienes al ofrecer raciones con 10,4% de PB adicionada con lisina y metionina a ponedoras livianas observaron producciones de huevo similares a las obtenidas con niveles de 15,7% PB en la dieta. Por lo anterior, al 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 presenten diferencias estadísticas sobre el índice de producción de huevos. Al respecto, Hammershøj & Steinfeldt (2005) sostienen que los niveles bajos de proteína pueden disminuir la producción de huevo cuando son ofrecidos en la última fase de producción.

Por lo tanto, en condiciones climáticas del bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) el nivel de proteína bruta de la ración del 14 a 18% para aves livianas y semipesadas, no afecta el porcentaje de postura en la fase inicial siempre que la cantidad diaria de aminoácidos esenciales limitantes que el animal requiere sean brindados, como lo afirman Keshavarz & Austic (2004).

Los niveles crecientes de PB ofrecidos a aves livianas y semipesadas durante la primera fase de producción, con EM constante de 2800 kcal/kg y bajo condiciones del bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) no afectan la eficiencia alimenticia de las aves ($P>0,05$) al analizar la conversión alimenticia (Tabla 3). Farran et al. (2001) observaron similar comportamiento de aves livianas sometidas a niveles de 14 a 18% de PB en la dieta, en condiciones climáticas diferentes a las del bosque muy húmedo premontano (bmh-PM), entretanto, estos resultados difieren de los obtenidos por (Meluzzi et al., 2001; Fru-Nji et al., 2007), quienes al comparar niveles crecientes de PB observaron que el mayor nivel ocasionó la mejor conversión alimenticia de las aves, concluyendo que el incremento en el nivel de PB de la dieta mejora la conversión alimenticia.

Aunque en el período total no se observaron diferencias estadísticas significativas, en las aves livianas se observa a lo largo del período experimental la tendencia de las aves alimentadas con los niveles menores de PB, a presentar peor conversión alimenticia, hasta acentuarse esa diferencia en el período de 27 a 29 semanas de edad, en donde se observa una respuesta lineal negativa ajustada mediante la ecuación:

$Y = 1,363935 - 0,010484X$ ($R^2 = 0,40$), que puede ser ocasionada por el mejoramiento consecutivo de la relación EM: PB con los niveles crecientes de proteína hasta llegar a la relación de 158:1 cercana a la recomendada por North & Bell (1993) de 154 para aves ponedoras en primera fase de producción, además de la mayor cantidad de PB consumida por aves sometidas a los mayores niveles de PB en la ración.

No se observaron diferencias estadísticas significativas ($P>0,05$) entre las medias de tratamientos para la variable consumo de alimento (Tabla 3) tanto en aves livianas como semipesadas, sometidas a los diferentes niveles de proteína bruta de la dieta durante la primera fase de producción. Por lo tanto, en condiciones ambientales del bosque muy húmedo premontano (bmh-PM), aves livianas y semipesadas que consumen raciones con niveles de proteína de 14, 15, 16, 17 y 18% de PB durante la fase inicial de producción presentan similar consumo de alimento, cuando la proporción entre los aminoácidos esenciales limitantes se mantiene constante y la cantidad de estos aminoácidos requerida por las ponedoras se suministra en la ración.

En ambas líneas de aves (Tabla 4) se observó un efecto lineal para la variable edad al pico de producción, positivo para el caso de las aves livianas y negativo para las aves semipesadas, cuando el nivel de proteína se incrementó en la dieta, representado en las siguientes ecuaciones:

$Y = 23,625806 + 0,093548X$ ($R^2 = 0,67$), para aves livianas.

$Y = 28,121183 - 0,249462X$ ($R^2 = 0,624$), para aves semipesadas.

En donde “Y” es la edad al pico de producción y “X” el nivel de PB.

Tabla 4. Ganancia de peso, edad al pico de producción y humedad de las heces de ponedoras livianas (L) y semipesadas (S), en condiciones climáticas del bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) colombiano

Periodo	Ganancia de peso (g/ave)		Edad al pico de producción (semanas)		Humedad de las heces (%)	
	L	S	L	S	L*	S
14	76	268	25,60	24,00	78,67	77,68
15	106	276	24,80	25,80	77,78	76,77
16	120	308	23,60	24,60	76,70	76,51
17	142	304	25,80	23,00	77,62	76,89
18	160	326	26,00	22,80	76,14	75,28

*P<0,05.

Se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) entre las medias de los tratamientos para la ganancia de peso en las aves livianas, caracterizada por un comportamiento lineal positivo ($P < 0,05$) verificando la mayor ganancia de peso corporal en ponedoras livianas alimentadas con 18% de PB en la ración y la menor en aquellas que recibieron 14% de PB, durante las 10 primeras semanas de producción; representada por la ecuación:

$$Y = -206,20 + 20,44X \quad (R^2 = 0,69).$$

Estos resultados también fueron observados por (Keshavarz, 1984; Sterling et al., 2002), quienes afirman que las aves de postura livianas requieren entre el 16% y 18% de PB para mantener un adecuado peso corporal sin afectar negativamente el índice de producción. Por otra parte, como se muestra en la Tabla 4, aunque las ponedoras semipesadas no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) en la ganancia de peso al ser sometidas a los diferentes niveles de PB en el alimento, la ganancia de peso en los animales aumentó desde 268 gramos/ave con el nivel de 14% hasta 326 gramos/ave con el 18% de PB.

No se observaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) entre las medias de tratamientos para la variable huevos por ave alojada (Tabla 3) tanto en aves livianas como en semipesadas, sometidas a los diferentes niveles de PB durante el período de 19 a 29 semanas de edad. Por otro lado, los resultados muestran que el nivel de 14% generó el mayor porcentaje de humedad tanto en aves livianas como en semipesadas (Tabla 4) con tendencia a disminuir a medida que se incrementa el nivel de proteína. Así mismo, se observa que las aves livianas presentan en promedio mayor cantidad de agua en las heces (77,38%) que las aves semipesadas (76,62%) corroborando lo afirmado por North & Bell (1993), quienes sostienen que a mayor tamaño de las aves, disminuye la humedad de las heces.

Conclusiones

Al observar la respuesta biológica de las aves livianas sometidas al nivel de 16% de PB produjeron 1,48%, 0,36%, 2,24%, y 2,65% más huevos que aves alimentadas con 14%, 15%, 17% y 18% de PB, respectivamente. Entre tanto, en aves semipesadas con 16% de PB en la ración produjeron 4,66%, 2,22% y 4,5% más huevos que las que consumieron 15%, 17% y 18% de PB en la ración, respectivamente, siendo en los dos experimentos el nivel de 18% de PB el que mostró menores producciones, pero con

las mayores ganancias de peso corporal. Por lo tanto, es posible alimentar aves livianas y semipesadas en condiciones ambientales del bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) con raciones entre 14% y 17% de PB para lograr una buena producción de huevo, siempre que se ofrezca a las aves la cantidad diaria de aminoácidos esenciales limitantes y se mantenga una ganancia de peso corporal adecuada; aunque la formulación de dietas con niveles de PB inferiores a 16% necesitan mayor cantidad de aminoácidos sintéticos para mantener el perfil aminoacídico adecuado de la dieta.

Referencias Bibliográficas

Bohnsack, C.R.; Harms, R.H.; Merkel, W.D.; Russell, G.B. Performance of commercial layers when fed diets with four contents of corn oil or poultry fat. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.11, n.1. p.68-76, 2002.

Bonekamp, R.P.; Lemme, A.; Wijitten, P.J.; Sparla, J.K. Effects of amino acids on egg number and egg mass of Brown (heavy breed) and White (light breed) laying hens. **Poultry Science**, v.89, n.3, p.522-529, 2010.

Farran, M.T.; Dakessian, P.B.; Darwish, AH. et al. Performance of broilers and production and egg quality parameters of laying hens fed 60% raw or treated common vetch (*Vicia sativa*) seeds. **Poultry Science**, v.80, n.2, p.203-208, 2001.

Fasuyi, A.O.; Dairo, F.A.S.; Olujimi, O.T. Protein supplementary quality of vegetable leaf meal (*Amaranthus cruentus*) in the diets of laying hens: Egg laying performance, egg quality and heamatological implications. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v.5, n.3-4, 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1063-1069, 2006.

Fru-Niji, F.; Niess, E.; Pfeffer, E. Effect of graded replacement of soybean meal by faba beans (*Vicia faba* L.) or field peas (*Pisum sativum* L.) in rations for laying hens on egg production and quality. **Journal of Poultry Science**, v.44, n.1, p.34-41, 2007.

Hammershøj, M.; Steinfeldt, S. Effects of blue lupin (*Lupinus angustifolius*) in organic layer diets and supplementation with foraging material on egg production and some egg quality parameters. **Poultry Science**, v.84, n.5, p.723-733, 2005.

Harms, R.H.; Russell, G.B.; Sloan, D.R. Performance of four strains of commercial layers with major changes in dietary energy. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.9, n.4, p.535-541, 2000.

Hy-Line Internacional, Variedad W-36 y Variedad Brown. **Guía de manejo comercial**. Manual. Estados Unidos, 2010. p.11-12-14-18.

Ibrahim, S.; Blair, R.; Jacob, J. **Using reduced protein diets to minimize nitrogen excretion of layer**. In: Department of Animal Science. Abstracts. University of BC, Vancouver, BC. V6T1Z4, 1992.

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, n.11, p.2229-2240, 1984.

Keshavarz, K.; Austic, RE. The use of low-protein, low-phosphorus, amino acid- and phytase-supplemented diets on laying hen performance and nitrogen and phosphorus excretion. **Poultry Science**, v.83, n.1, p.75-83, 2004.

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. **Poultry Science**, v.74, n.1, p.50-61, 1995.

Lemme, A.; Rostagno, H.S.; Knox, A.; Petri, A. **Responses of laying hens to graded levels of dietary methionine**. 22nd World's Poultry Conference, Istanbul, Turkey. (Abstr.) 2004.

Meluzzi, A.; Sirri, F.; Tallarico, N; Franchini, A. Nitrogen retention and performance of brown laying hens on diets with different protein content and constant concentrations of amino acids and energy. **British Poultry Science**, v.42, n.2, p.213-217, 2001.

North, M.O.; Bell, D.D. **Manual de producción avícola**. 3.ed. México: Editorial El Manual Moderno, 1993. 829p.

NRC. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9th rev. ed. Washington, D.C.: Natl. Acad. Press, 1994.

Pavan, A.C.; Móri, C.; Garcia, E.A., et al. Níveis de proteína bruta e de aminoácidos sulfurados totais sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e a excreção de nitrogênio de poedeiras de ovos marrons. 568 níveis de proteína bruta e de aminoácidos sulfurados totais sobre o desempenho, a qualidade. **R. Bras. Zootec**, v.34, n.2, p.568-574, 2005.

Peebles, E.D.; Zumwalt, C.D.; Doyle, S.M. et al. Effect of dietary fat type and level on broiler breeder performance. **Poult. Sci.**, v.79, n.5, p.629-639, 2000.

Robbins, K.R.; Saxton A.; Southern, L. Estimation of nutrient requirements using broken-line regression analysis. **Journal of Animal Science**, v.84, n.13, E-Suppl. E155–E165, 2006.

Rostagno, H.S.; Teixeira, A.L.F.; Donzele, J.L. et al. **Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos. Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales**. 2.ed. Brasil: Centro Editorial Universidad Federal de Vicosa - Departamento Zootecnia, 2005. 186p.

SAS Institute. **SAS/STAT User's Guide. Version 6**. 5.ed. Cary, NC: SAS Inst. Inc., 2002.

Sauer, N.; Emrich, K.; Piepho, H.P. et al. Meta-analysis of the relative efficiency of methionine-hydroxy-analogue-free-acid compared with dl-methionine in broilers using nonlinear mixed models. **Poultry Science**, v.87, n.10, p.2023-2031, 2008.

Sterling, K.G.; Costa, E.F.; Henry, M.H. et al. Responses of broiler chickens to cottonseed and soybean meal-based diets at several protein levels. **Poultry Science**, v.81, n.2, p.217-226, 2002.

Summers, J.D.; Leeson, S. Influence of diets varying in nutrient density on the development and reproductive performance of White Leghorn pullets. **Poultry Science**, v.72, n.8, p.1500-1509, 1993.