

## Evaluación de niveles de proteína para ponedoras comerciales en el trópico

### Evaluation of protein levels for commercial layers in the tropics

Elvis A. Diaz Lopez <sup>1</sup>; William V. Narvaes S<sup>2</sup>; Jhon F. Lopez<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Universidad de la Amazonia, Florencia (Caquetá), Colombia.

<sup>2</sup>Universidad de Caldas, Manizales (Caldas), Colombia.

<sup>3</sup>Gerente Técnico Avícola Kalidad, Palmira, (Valle del Cauca), Colombia.

\*Autor para correspondencia: elvisalexanderu@yahoo.es

Recibido: 9/02/2010, Aceptado: 28/04/2010

#### Resumen

Se realizaron dos experimentos para determinar los niveles óptimos de proteína (PB) para gallinas livianas y semipesadas, durante la primera fase de producción (19 a 29 semanas de edad). En el primer experimento se utilizaron 300 aves Hy-line W36 y en el segundo experimento 200 aves Hy-line Brown, distribuidas en un diseño experimental completamente al azar con 5 tratamientos, cinco repeticiones y 12 aves Hy-line W36 y 8 aves Hy-line Brown, por unidad experimental. Las aves fueron alimentadas con una ración básica de maíz y torta de soya con 2800 Kcal de EM.Kg<sup>-1</sup> y cinco niveles de proteína (PB) (14, 15, 16, 17 y 18 %). No se encontraron 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 semipesadas. La edad al pico de producción disminuyó con el incremento en el nivel de proteína, mientras la ganancia de peso aumentó con los niveles crecientes de PB. Se concluyó que es posible alimentar aves livianas y semipesadas en condiciones tropicales 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 claves:** gallinas, niveles, proteína, livianas, semipesadas, nutrición.

#### Abstrac

Two experiments were carried out in order to determine the optimum protein level (CP) for white eggs hens and Brown eggs hens, in order to establish crude protein levels of laying hens during the first production phase (19 to 29 weeks). In the first experiment 300 Hy-line W36 fowls were used, and in the second one 200 Hy-line Brown fowls were used. The fowls were distributed in a randomized complete experimental design, with 5 treatments, five replications and 12 Hy-line W36 fowls, and 8 Hy-line Brown fowls, by experimental unit. The fowls were fed with a basic diet of corn and soya bean meal, with 2800 kcal ME.Kg<sup>-1</sup> and five levels of CP (14, 15, 16, 17 and 18%). There were no statistical differences (P<0,05) for the variables egg production, food conversion, food intake, eggs by housed fowls and dampness of the feces, both for white eggs layers and brown eggs layers. The age to the production peak decreased with the increase of the protein level, while the weight gain increased with the growing levels of CP. It was concluded that is possible to feed white egg hens and brown egg hens under tropical conditions with diets between 14 and 17% CP in order to obtain a good egg production, as far as the daily quantity of essential and limiting amino acid is offered to the fowls and the appropriate weight gain is maintained.

**Key word:** hens, levels, nutritional, protein, white eggs layer, brown eggs layer, nutrition.

## Introducción

Existen numerosos estudios dirigidos a establecer los niveles de requerimiento 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 tropicales es limitada la información existente, en otras latitudes se han publicado resultados de diversas investigaciones durante las últimas cinco décadas referente a los requerimientos de PB para ponedoras, con resultados diferentes según el lugar donde estas se hallan realizado.

La diversidad de afirmaciones sobre los requerimientos de los niveles de PB en las aves de postura no permiten establecer con certeza los requerimientos de proteína de las ponedoras comerciales modernas durante la primera fase de producción cuando son explotadas bajo condiciones ambientales tropicales.

Rostagno *et al.*, (2005), recomiendan 17% de PB en la ración para máxima producción de huevo. Sin embargo Drew *et al.*, (2004) recomiendan 14.9% de PB. Posteriormente DEGUSSA (2006) sostiene que 16 % de PB en la ración es el nivel adecuado para maximizar la producción de huevo. Pero, Pavan *et al.*, (2005) afirman que con un nivel de 18% de PB y un alto nivel de energía metabolizable en la ración se obtiene la mejor producción de huevo.

Según Waldroup y Hellwing (1995) para maximizar la producción de huevos es necesario ofrecer más de 16 g de proteína/ave/día. Afirmaciones similares a las realizadas por Schutte y De Jong (1998), y Klasing (1998).

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 ración/ave durante la primera fase de producción requieren raciones con 15% de PB y 2900 Kcal de EM, o 16,5% de PB cuando consumen 116 gramos de ración/ave/día.

Según Blas y Gonzales, (1991) la disminución en la producción de huevos con bajos niveles de PB puede ser corregida al ofrecer un adecuado balance de aminoácidos en la ración.

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 W36 y semipesadas Hy -line Brown sobre condiciones de manejo adecuadas y niveles de PB de 16 y 18% alcanzan el 50% de producción de huevos entre las 22 a 23 y 21 a 22 semanas de edad, respectivamente. Ya que estas aves a temperaturas ambientales de 26,7°C, deben alcanzar el pico de producción entre las semanas 25 y 26 respectivamente.

Mayor ganancia de peso corporal en ponedoras observo keshawarz (1984) al incrementar el nivel de PB de la ración durante las diez primeras semanas de producción. No obstante, Ochoa (2005) no encontró efecto de la variación del nivel de PB de la dieta (11%, 5%, 13% y 18%) en raciones isocalórica, sobre la ganancia de peso de las aves durante la primera fase de producción.

Harms et al., (1998) afirman que es el nivel de 22% de PB en la ración de ponedoras livianas durante la primera fase de producción el que genera la mejor conversión alimenticia. Al respecto Rodríguez et al., (1996) 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 esta investigación es establecer el nivel óptimo de proteína bruta para ponedoras comerciales livianas y semipesadas modernas, durante la primera fase de producción bajo condiciones ambientales tropicales.

### Materiales y métodos

Se realizaron dos experimentos en la sección Avícola de la Granja Montelindo del programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Caldas ubicada en el municipio de Palestina departamento de Caldas, ubicada 75 45' longitud oeste y a 5 04' de latitud norte a una altitud de 1,010 m.s.n.m, temperatura media 22,5C, humedad relativa del 75% y precipitación de 2,377 mm/año.

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 5 niveles de proteína PB desde la 19ª hasta la 29ª semana de edad.

Las aves se alojaron durante el periodo experimental, en un galpón abierto de 32x10m, cercado en malla de alambre en sus laterales, cubierto con tejas de asbesto cemento, con jaulas convencionales de 30x42 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 ± 10,3 Kg y 1,447 ± 21,0 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 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 completamente al azar (DCA), con cinco tratamientos (14, 15, 16, 17 y 18 % de 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 a base de maíz y torta de soya con 2800 Kcal/kg, balanceada para satisfacer todos los requerimientos nutricionales excepto de proteína, según recomendaciones de NCR (1994) y Rostagno (2005).

**Tabla 2.** Raciones Experimentales.

<b>Ingredientes</b>	<b>Unidad</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
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
DI-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
<b>Total</b>	<b>%</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 3.** Nutrientes calculados.

<b>NUTRIENTE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>				
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
Fosforo disponible	%	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	%	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Met+Cist	%	0,736	0,736	0,736	0,736	0,736

Fuente: Narváez 2009.

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

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis Systems). Las estimativas de los niveles de proteína requeridos fueron establecidas por los modelos de regresión polinomial considerando la respuesta biológica de los animales.

## Resultados y discusión

### Producción de huevo.

Al realizar el análisis de varianza de los datos producción de huevos (%) tanto en aves livianas como en semipesadas (tabla 3) no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en el periodo de 19 a 29 semanas de edad.

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 comerciales livianas y semipesadas sometidas a condiciones climáticas tropicales con un nivel de energía metabolizable constante de (2880 Kcal EM/kg).

Resultados que difieren con los obtenidos por Ishibashi *et al.*, (1998) quienes observaron que aves alimentadas con 18% de PB presentaron mayor producción de huevos comparado con aves alimentadas con 14 ó 16% de PB. Así mismo, Guevara (2004), Pavan *et al.*, (2005) y Klasing (1998) encontraron que al aumentar el nivel de proteína bruta en la ración se

afecta positivamente el porcentaje de producción de ponedoras comerciales.

Entre tanto, Salvador y García (2001) observaron efecto del nivel de PB de la ración sobre el porcentaje de producción de huevo cuando este es inferior o igual al 12%, mientras Waldroup y Hellwing (1995) afirman que niveles de 14,9 y 15% de PB son suficientes para maximizar la producción de huevos.

Al analizar la respuesta biológica de los animales respecto a las medias de cada tratamiento, existe la tendencia en las 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 afirma DEGUSSA (2006).

Según Keshavarz (1984) los requerimientos de proteína para producción de huevo durante el periodo de postura pueden ser reducidos siempre que sea suministrado un adecuado balance de aminoácidos en la dieta; afirmación que corrobora lo planteado por Salvador y García (2001) quienes al ofrecer raciones con 10,4% de PB adicionada con lisina y metionina a ponedoras livianas observaron producciones de huevos similares los obtenidos con niveles de 15,7% de 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 presentaran diferencias estadísticas sobre el índice producción de huevos.

Al respecto Keshavarz (1984) sostiene 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 tropicales 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 de aminoácidos esenciales limitantes que requieren las aves diariamente permanezca constante, como lo afirman Schutte y De Jong (1998).

### **Conversión alimenticia.**

Los niveles crecientes de PB (14 a 18%) ofrecidos a aves livianas y semipesadas durante la primera fase de producción (19 a 29 semanas de edad), con EM de 2800 Kcal/kg y bajo condiciones tropicales no afectan la eficiencia alimenticia de las aves ( $P > 0,05$ ) al analizar la conversión alimenticia (Tabla 4), en el periodo total.

Ishibashi et al., (1998), observaron similar comportamiento de aves livianas sometidas a niveles desde 14 a 18 % de PB en la ración en condiciones climáticas diferentes a las tropicales, entretanto, estos resultados difieren a los obtenidos por Drew et al., (2004) quienes al comparar los niveles de 13,15 y 17% de PB encontraron que el mayor nivel ocasionó la mejor conversión alimenticia de las aves, y de la conclusión de Guevara (2004) que sostiene que el incremento en el nivel de PB de la ración mejora ostensiblemente la conversión alimenticia.

Sin embargo, durante el periodo experimental las aves livianas sometidas a los niveles inferiores de PB presentaron generalmente peor conversión alimenticia que las que consumían los mayores niveles de PB, ya aunque en el periodo total no se observaron diferencias estadísticas, si se observa que se mantiene durante todo el periodo experimental la tendencia de aves alimentadas con los niveles peores de PB, presenten peores conversiones

alimenticias, hasta acentuarse esa diferencia en el periodo de 27 a 29 semanas de edad en donde se observa una respuesta lineal positiva 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 (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.

### **Consumo de alimento.**

No se observaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ) entre las medias de tratamientos para la variable consumo de alimento, como se observa en la tabla 4, tanto en aves livianas como semipesadas sometidas a los diferentes niveles de proteína bruta en la ración durante la primera fase de producción.

Por lo tanto, en condiciones ambientales tropicales, 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 diaria de estos aminoácidos requerido por las ponedoras se satisface en la ración.

### **Edad al pico de producción.**

En los dos tipos de ponedoras se observó un comportamiento lineal positivo, representado por las ecuaciones  $Y = 23,625806 + 0,093548X$ , ( $R^2 = 0,468$ ) para aves livianas y,  $Y = 28,1211830 + 0,249462X$ , ( $R^2 = 0,624$ ) para aves semipesadas, en donde  $\langle\langle Y \rangle\rangle$  es la

edad al pico de producción y <<X>> el nivel de PB. O sea el aumento en el nivel de PB en la ración reduce la edad en que las aves alcanzan el pico de producción.

### Ganancia de peso.

Se encontraron diferencias estadísticas significativas (P0,05) entre las medias de los tratamientos para la ganancia de peso representada por la ecuación  $Y = 206,20 + 20,44X$  ( $R^2 = 0,69$ ) caracterizada por un comportamiento lineal positivo, (P0,05) verificando la mayor ganancia de peso corporal (160g) 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. Estos resultados también fueron observados por Keshavarz (1984) y Ochoa (2005) quienes afirman que las aves de postura livianas requieren entre 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 5, aunque las ponedoras semipesadas no presentaron diferencias estadísticas significativas (P0,05) en la ganancia de peso al ser sometidas a los

diferentes niveles de PB en la ración, la ganancia de peso en los animales aumenta desde 268 gramos /ave con el nivel de 14% hasta 326 gramos/ave con el 18% de PB.

### Huevos por ave alojada.

No se observaron diferencias estadísticas significativas (P0,05) entre las medias de tratamientos para la variable huevos por ave alojada (tabla 4) tanto en aves livianas como en semipesadas sometidas a los diferentes niveles de PB durante el periodo de 19 a 29 semanas.

### Porcentaje de humedad en heces.

Los resultados muestran que el nivel de 14% genero el mayor porcentaje de humedad tanto en aves livianas como en semipesadas con tendencia a disminuir a medida que se incrementa el nivel de proteína. Por otro lado, se observa (tabla 5) que las aves livianas presentan en promedio mayor cantidad de agua en las heces (78,67%) que las aves semipesadas (77,68%) corroborando lo afirmado por North (1993) quien sostiene que a mayor tamaño de las aves, disminuye la humedad de las heces.

**Tabla 4.** Efectos del nivel de proteína sobre el rendimiento en ponedoras livianas y semipesadas durante las semanas 19-29 de edad.

PB (%)	Producción de huevo (%)		Conversión (kg alimento /docena huevos)		Consumo 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	4.30	2.26	4.89	3.50	4.71

L= Livianas S= Semipesadas \* P<0.05

**Tabla 5.** Efectos del nivel de proteína sobre la ganancia de peso, edad al pico de producción y humedad en las heces, durante las semanas 19 – 29 de edad

PB (%)	Ganancia de peso (g/ave)		Edad al pico de producción		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

L= Livianas S= Semipesadas

### Conclusiones

- Se observaron diferencias estadísticas significativas (P0,05) entre las medias de edad al pico de producción con un comportamiento lineal positivo, reduciendo la edad en que las aves alcanzan el pico de producción a medida que aumenta el nivel de PB de 14 a 18% de PB en aves semipesadas y minimizando esta edad (23 semanas) con el 16% de PB en aves livianas.
- El incremento de PB en la ración aumenta la ganancia de peso (P0,05) en aves livianas, de 76g/ave a 160g/ave con 14 y 18% de PB, durante el periodo de 19 a 29 semanas de edad. Por otra parte se observó la misma tendencia en aves semipesadas a aumentar la ganancia de peso desde 268g/ave con el T1 a 326g/ave con T5 sin presentarse diferencia estadística significativa (P0,20).
- Al observar la respuesta biológica de aves livianas sometidas al nivel de 16 % de PB produjeron 1,48%, 0,36%, 2,24%, y 2,65% mas 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% mas huevos que los 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 mostro menores producciones, pero con la mayor ganancia de peso corporal.
- Es posible alimentar aves livianas y semipesadas bajo condiciones tropicales 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.
- La formulación de raciones con niveles de PB inferiores a 16% necesita mayor cantidad de aminoácidos sintéticos para mantener el balance aminoacido de la dieta.



## Bibliografía

- Blas, B. C. y Gonzales, M. G. 1991. Nutrición y Alimentación de Gallinas Ponedoras. Editorial AEDOS. 263 p. Madrid.
- Degussa 2006. Recommendations for total amino acids in laying hen. Nutritional and Technical support. Germany.
- Drew, D.M.; Syed, N.A.; Goldade, B.G.; Laarveld, B. And Van Kessel, A.G. 2004. Effects of Dietary Protein Source and Level on Intestinal Populations of *Clostridium perfringens* in Broiler Chickens. Poultry Science 83:414-420.
- Guevara, V.R. 2004. Use of nonlinear programming to optimize performance response to energy density in broiler feed formulation. Poultry Science 83:147-151
- Grau, C. R. 1948. Effect of protein level on the lysine requirement of the chick. J. Nutr. 36: 99-108.
- Harms, R.H.; Russel, G. B. Y Herlow, H. 1998 The influence of methionine on commercial laying hens. Journal of Applied Poultry Research, v.7, 45-52.
- HY-Line internacional, variedad Brown.2010.Guia de manejo comercial. Manual. Estados Unidos.P.11-12 y 14.
- HY-Line Internacional, variedad nW36.2010.Guia de manejo comercial. Manual. Estados Unidos.P.11-12 y 18.
- Ibrahim, S., Blair, R. and Jacob, J. 1992. Using reduced protein diets to minimize nitrogen excretion of layer. *En*: Department of Animal Science. Abstracts. University of BC, Vancouver, BC.V6T1Z4.
- Ishibashi, T.; Ogawa, Y.; Itoh, T.; Fujimura, S.; Koide, K. Y Watanabe, R. 1998. Threonine requirements of laying hens. Poul. Sci. 77:998-1002.
- Keshavarz, K.1984.The effect of different dietary protein levels in the rearing and laying periods on the performance of white leghorn chickens.*En*: poultry sci. Estados Unidos Vol, 38 p.149-152.
- Klasing, K. 1998. Comparative Avian Nutrition. CAB International. 336 p. USA.
- National Research Council, 1994. Nutrient Requirement for Poultry. 9th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.
- North, M.O. And Bell, D.D.1993.Manual de producción avícola.3ed. p.169-171.557-600.
- Ochoa, W. 2005. Efecto de dos niveles de lisina y de aminoácidos azufrados en la fase de inicio, sobre la performance final de pollos de carne. Tesis para optar el Título de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Lima-Perú.
- Pavan, A. C. ; Móri, C. ; Garcia, E. A. ; Scherer, M. R. Y Pizzolante, C. C. 2005. 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.
- Rodrigues, P. B.; Bertechini, A. G. y Oliveira, B. L. 1996. Fatores nutricionais que influenciam a qualidade do ovo no segundo ciclo de produção. I. Níveis de aminoácidos sulfurados totais. Revista Brasileira de Zootecnia, v.25, n.2, p.248-260.
- Rostagno, H. S.; Teixeira, A. L.; Donzele, J. L.; Gomez, P. C. ; Oliveira, R. F. ; Lopez, D. C. ; Ferreira, A. S. Y Barreto, S. L. 2005. Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos. Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales. 2da Edición. Universidad Federal de Vicosa. Brasil.

Sas Institute, 1998. Sas User's Guide: Statistics. Version 8. Ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Salvador, T. y Garcia, I. 2001. Formulación de raciones con aminoácidos digestibles en especies no ruminantes. <http://comunidad.uach.mx/fsalvado/AMINOACIDOS%20DIGESTIBLES.doc>

Schutte, J. B. y de Jong. J. 1998. Ideal amino acid profile for poultry. TNO Nutrition and Food Research Institute, Dept. of Animal Nutrition and Physiology (ILOB), Wageningen, The Netherlands.

Waldroup, P.W. y Hellwing, H.M. 1995. Methionine and total sulfur amino acid requirements influenced by stage of production. Journal of Applied Poultry Research, v.4, p.283-292.