

## Exigencia nutricional de treonina digestible para gallinas ponedoras durante el período de 55 a 61 semanas de edad. 2. Clasificación comercial y calidad de huevo

A.L. DOS SANTOS<sup>1\*</sup>, A. CALLEJO<sup>2</sup>, N. NICODEMUS<sup>2</sup>, M.J. VILLAMIDE<sup>2</sup>, A. GUTIÉRREZ DEL ÁLAMO<sup>3</sup>, C. BUXADE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Agrícolas y Tecnológico, UFMT, MT, Brasil, <sup>2</sup>Dpto. Producción Animal, U.P.M., E.T.S.I. Agrónomos, C. Universitaria, s/n, 28040 Madrid., <sup>3</sup>Nutreco Poultry and RabbitResearch Centre. 45950, Casarrubios del Monte, Toledo.

\*Corresponding author: [andrealafia@ig.com.br](mailto:andrealafia@ig.com.br)

**Resumen:** El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar las características de calidad del huevo de gallinas Isa Brown durante los períodos de 55 a 58 y de 59 a 61 semanas de edad. Un total de 216 gallinas se distribuyeron en un diseño completamente al azar con 6 dietas, 9 repeticiones por dieta y 4 aves por réplica. Las aves fueron alimentados con una dieta basal deficiente en treonina, suplementada con niveles crecientes de L-Treonina digestible con niveles de digestibilidad de treonina de 3.7; 4.0; 4.3; 4.6; 4.9 y 5.2 g/Kg y de Treonina / lisina de 0.580; 0.630; 0.670; 0.720, 0.770 y 0.810 %. A excepción de los niveles de treonina / lisina digestible, las dietas fueron isonutritivas (CP: 14.7%, almidón: 32.8%, FDN: 20.1%, EE: 7.20%, Ca: 3.50% P: 0.68% y ME: 2.744 Kcal / kg). Las aves tuvieron acceso *ad libitum* al pienso y agua. Las gallinas se mantuvieron en una nave de ambiente controlado en la temperatura de 18 hasta 22°C con un ciclo de luz: oscuridad de 16 horas. El efecto de los tratamientos sobre los parámetros productivos de las gallinas se analizó con el procedimiento GLM de SAS con un diseño completamente al azar con el tipo de pienso como la principal fuente de variación. Para determinar los óptimos de treonina digestibles sobre las variables estudiadas se utilizaron contrastes polinomiales lineales y cuadráticos. Los promedios se corrigieron por mínimos cuadrados. Las características de calidad interna y externa del huevo fueron evaluadas semanalmente dentro de cada período fueron: Unidad Haugh, peso de albumen, color de la yema, resistencia y espesor de la cáscara. Además de estas características fue registrado semanalmente y evaluado el porcentaje de huevos dentro de la escala de clasificación comercial según el tipo super grande, grande, medianos y pequeños. Las características de calidad de los huevos no fueron influenciadas ( $P > 0.05$ ) por los diferentes niveles de treonina ni por los diferentes períodos estudiados. Los porcentajes de clasificación de los huevos no fueron influenciadas ( $P > 0.05$ ) por los diferentes periodos evaluados, pero hubo efecto cuadrático ( $P < 0.05$ ) con las diferentes dosis de treonina, dentro de cada escala de peso de los huevos. Para el tipo super grande el porcentaje de huevos mayores de 73g fue estimada ( $R^2 = 59\%$ ) tiene la exigencia mínima de treonina de 4.41 g/kg con 14.29% de huevos con peso mayor de 73g. Para el tipo grande la estimativa de exigencia de treonina ( $R^2 = 62\%$ ) máxima fue de 4.44g/kg con 73.63% de huevos con peso entre 63 a 73g.

**Palabras clave:** ponedoras; treonina digestible; calidad del huevo; clasificación de los huevos

**Abstract:** The aim of this work was to establish the optimal digestible threonine/lysine relationship for Isa Brown laying hens for quality egg characteristics during periods of 55-58 and 59-61 weeks of age. A total of 216 hens were distributed in a randomized design with 6 diets, 9 replicates per diet and 4 birds per

replicate. Animals were fed a basal diet deficient in threonine, supplemented with increasing levels of industrial threonine, providing digestible threonine/lys ratios of 0.580, 0.630, 0.670, 0.720, 0.770, and 0.810%, which correspond to dietary digestible threonine levels of 3.7, 4.0, 4.3, 4.6, 4.9 and 5.2 g/kg, respectively. Except for levels of digestible threonine/lys, diets were isonutritional (CP: 14.7%, starch: 32.8%, NDF: 20.1%, EE: 7.20%, Ca: 3.50%, P: 0.68%, and ME: 2,744 Kcal/kg). Animals had ad libitum access to the feed, presented in coarse mash (6 mm grind) form, and to water. Hens were housed 4 per cage (508 x 450 x 450 mm; 571 cm<sup>2</sup>/hen) and kept under controlled environmental conditions (room temperature between 18 and 22°C with 16 h daily lighting; the light was switched on at 06:00 h and switched off at 22:00 h). Each cage had a double nipple drinker and the available feeder length per bird was 12.7 cm. The characteristics of internal and external quality evaluated weekly egg within each period were: Haugh unit, albumen weight, yolk color and strength and thickness of the shell. The effect of treatments on performance of hens was analyzed with the GLM procedure of SAS with a completely randomized design with the type of feed as the main source of variation. To determine the optimal digestible threonine on the study variables were used linear and quadratic polynomial contrasts. Averages are corrected least squares. Besides these features was recorded weekly and evaluated the percentage of eggs within the commercial rating scale based on the type super big, large, medium and small. The characteristics of egg quality were not influenced ( $P > 0.05$ ) by different levels of threonine or by the different periods studied. The classification rates of eggs were not influenced ( $P > 0.05$ ) for the different periods evaluated, but there were quadratic effect ( $P < 0.05$ ) with different doses of threonine, within each scale egg weight. For type super big the percentage of eggs was estimated over 73g ( $R^2 = 59\%$ ) is the minimum requirement of 4.41 g threonine / kg with 14.29% of eggs weighing more than 73g. For the big guy's estimate threonine requirement ( $R^2 = 62\%$ ) was highest with 73.63% 4.44g/kg eggs weighing between 63 to 73g.

**Keywords:** hens; digestible threonine; egg quality; egg grading

## Introducción

De acuerdo con los datos publicados por la Subdirección General de Productos Ganaderos del MAGRAMA (2013) la producción total de huevos (incubar y para consumo) en la Unión Europea en 2012 fue de 6,91 millones de toneladas. España (838 mil toneladas-12.1%), Francia (837-12.1%), Reino Unido (699-10.1%), Italia (698-10.1%) y Polonia (637-9.6%) fueron responsables del 53,7% de la producción de la Unión Europea. La avicultura es una actividad agropecuaria de gran importancia teniendo los pilares del desarrollo avícola sustentados en el uso del mejoramiento genético y sanidad, gestión eficiente de los costos de producción, programas de iluminación y alimentarios. Es importante resaltar la importancia de los alimentos proteicos por tener un costo elevado dentro de la producción. Sakomura y Rostagno (2007) citan que el uso de aminoácidos digestibles posibilita la sustitución del maíz y de la soja por ingredientes alternativos, garantizando un aporte equivalente de aminoácidos digestibles por la corrección de las deficiencias con el suplemento de aminoácidos industriales. Sin embargo, no sólo las exigencias de cada aminoácido deben ser alcanzadas. El equilibrio entre ellos, principalmente la lisina, aminoácidos azufrados (metionina y cistina), triptofano y treonina, reducen la excreción de nitrógeno, economizando energía para los procesos de crecimiento y mantenimiento (Penz y Vieira, 1998). Los granos de cereales tienen un bajo contenido de treonina. Por lo tanto, las dietas a base de granos pueden conllevar a una deficiencia de este aminoácido, recomendándose, entonces, el suministro de aminoácido sintético (Sá et al., 2007). La treonina es un aminoácido dietéticamente esencial para el buen desarrollo de las aves. De la misma manera, en los piensos a base de maíz y torta de soja, la treonina es el tercer aminoácido limitante. La treonina es un aminoácido esencial para las aves, siendo encontrada en altas concentraciones en el corazón, en los músculos, el

esqueleto y el sistema nervioso central. Es exigido para la formación de la proteína y manutención del *turnover* proteico corporal, además de auxiliar en la formación del colágeno y elastina y actuar en la producción de anticuerpos. Sobre la importancia de los aminoácidos Leeson y Summers (2001) citan que estos son componentes esenciales de los huevos, una vez que constituyen la molécula proteica presente en el albumen y en la yema. De la misma manera, Jansman y Klis (2002) relatan que los aminoácidos esenciales en proporciones adecuadas permiten a las aves una mejor utilización del nitrógeno dietético. Aproximadamente el 50% de la materia seca del huevo está constituida por proteína, por lo que el suministro de aminoácidos para esa síntesis puede ser un factor crítico en la producción de huevos (Leeson y Summers, 2001), resaltando que es necesario considerar el efecto de la edad y del estado de producción, pues durante el pico de producción se alcanzan porcentajes superiores al 90% de intensidad de puesta, periodo en el cual la demanda de nutrientes es más elevada. Por lo tanto, las recomendaciones de aminoácidos deben ser actualizadas, teniendo en cuenta el proceso genético y la posibilidad del ave de responder de forma diferente a los diversos ambientes y cambios en los sistemas de producción (Jordão Filho *et al.* 2006). El presente trabajo tuvo como objetivo establecer para ponedoras comerciales semipesadas la exigencia de treonina digestible así como la relación ideal de treonina:lisina para las características de calidad del huevo y clasificación comercial, correspondiente al periodo de 55 a 61 semanas de edad.

## Material y métodos

El experimento fue realizado en una nave situada en las instalaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid, y de acuerdo al R.D. 1201/2005 sobre protección de animales utilizados para experimentación y otros fines científicos. Se utilizaron un total de 280 gallinas ponedoras Isa Brown de 55 a 61 semanas de edad. La unidad experimental estuvo constituida por cuatro gallinas alojadas en una jaula de 508 x 450 x 450 mm (457,2 cm<sup>2</sup>/ave), con dos bebederos y una longitud de comedero disponible de 10.16 cm/ave. Durante el periodo experimental la temperatura media de la nave fue de 20 ± 2°C y el periodo luz-oscuridad de 16 h (la luz se encendía a las 06:00 h y se apagaba a las 22:00 h). Las gallinas fueron distribuidas al azar entre seis piensos, cada tratamiento se replicó 9 veces y 4 aves por réplica. Las aves fueron alimentados con una dieta basal deficiente en treonina, suplementada con niveles crecientes de L-Treonina digestible con niveles de digestibilidad de treonina de 3,7, 4,0, 4,3, 4,6, 4,9 y 5,2 g/kg y relación treonina/lisina de 0,580, 0,633, 0,670, 0,720, 0,770 y 0,810. A excepción de los niveles de treonina/lisina digestible, las dietas fueron isonutritivas (PB: 14.7%, almidón: 32.8%, FDN: 20.1%, EE: 7.20%, Ca: 3.50% P: 0.68% y ME: 2.744 Kcal/kg). Las dietas se formularon sin ningún tipo de antibióticos o promotor del crecimiento y fueron presentadas en harina, siendo las dietas experimentales isoenergéticas e isonutritivas. Las características de calidad interna y externa del huevo fueron evaluadas en las semanas 0, 4 y 7 del período experimental: Unidad Haugh, altura de albumen, color de la yema, resistencia y espesor de la cáscara Después del pesaje de los huevos éstos fueron quebrados y su contenido, (clara + yema), colocado en una superficie de vidrio plana y nivelada, obteniéndose la medida de la altura del albumen (mm) por medio de la lectura del valor indicado por el altímetro modelo AMES S-6428®. Con los valores de peso del huevo (g) y altura del albúmen (mm) se utilizó la fórmula descrita por Haugh (1937) para el cálculo de la unidad Haugh:  $UH = 100 \log (h + 7.57 - 1.7W^{0.37})$  donde: h = altura del albumen (mm) y W = peso del huevo (g). Cuanto mayor el valor de la UH, mejor será la calidad de los huevos. La coloración de la yema fue analizada con el escala del abanico calorimétrico de Roche® (ROCHE, 1987). Con el auxilio de un micrómetro digital de la marca Mitutoyo® fue medido el espesor de la cáscara en tres puntos en la línea media del huevo y calculado el promedio aritmético. El espesor de la cáscara fue expresado en micrómetros. Además de estas características fue registrado semanalmente y evaluado el porcentaje de huevos dentro de la escala de clasificación comercial según el tipo súper grande, grande, medianos y pequeños, según el Reglamento 1511/1996. El efecto de los tratamientos sobre los parámetros productivos de las gallinas se analizó con el procedimiento GLM de

SAS con un diseño completamente al azar con el tipo de pienso como la principal fuente de variación. Para determinar los óptimos de treonina digestibles sobre las variables estudiadas se utilizaron contrastes polinomiales lineales y cuadráticos. Los promedios se corrigieron por mínimos cuadrados.

## Resultados y discusión

En la *tabla 1* se muestran los resultados del efecto de la inclusión de treonina digestible en el pienso sobre los rendimientos de gallinas Isa Brown desde la 55 a la 61 semanas de edad siendo que las características de calidad de los huevos no fueron influenciadas ( $P>0.05$ ) por los diferentes niveles de treonina ni por los diferentes períodos estudiados. Cupertino (2006) determinó las exigencias nutricionales de treonina para ponedoras ligeras y semipesadas en producción en el periodo de 54 a 70 semanas de edad, usando cinco niveles de L-treonina, que proporcionaron 0,380, 0,413, 0,445, 0,478 y 0,511% de treonina digestible, siendo que no se observó ningún efecto de los niveles de treonina digestible en el peso de los huevos y en las Unidades Haugh, en las ponedoras ligeras y semipesadas. Souza (2009) determinó que el ideal sería la utilización de 0,468% de treonina digestible, lo que equivale al consumo de 509 mg/ave para el requerimiento de ponedoras semipesadas con 54 semanas de edad y, de la misma forma que Cupertino (2006), en los resultados encontrados en este ensayo no se encontró efecto para las características de la calidad del huevo. Para las aves adultas, la deficiencia de aminoácidos resulta en el catabolismo de la proteína corporal, principalmente de aquéllos presentes en los músculos esqueléticos. Tratándose de ponedoras que han alcanzado su madurez física y están en fase de producción, el problema se agrava en función de la gran demanda de proteína para la síntesis de huevo. De la misma manera que para las características de la calidad interna del huevo (altura del albumen y Unidades Haugh), no hubo efecto ( $P>0.05$ ) de los niveles de treonina sobre las características de calidad externa evaluada (espesor y resistencia de la cáscara del huevo) durante el periodo experimental. No obstante, para Sá *et al* (2007), evaluando ponedoras semipesadas en el período de 34 a 50 semanas de edad, observaron que las Unidades Haugh presentaron efecto cuadrático ( $P<0.01$ ) en relación a los niveles de treonina; la exigencia de este aminoácido fue estimada en 0,476% para aves semipesadas. Ese nivel de aminoácido estimado corresponde a un consumo diario de treonina por ave de 530 mg para aves semipesadas. De forma semejante a este ensayo, Valério *et al* (2000), evaluando niveles de treonina variando de 0,510 a 0,635%, verificaron que los niveles de treonina utilizados no influenciaron la calidad interna de los huevos. Según estos autores, el nivel de 0,510% de treonina fue suficiente para atender satisfactoriamente la producción y la calidad interna de los huevos de las ponedoras ligeras y semipesadas, respectivamente. Hubo efecto significativo ( $P<0.01$ ) del tratamiento sobre la clasificación de los huevos, en función del periodo evaluado (*Tabla 1*), para las diferentes escalas de peso de los huevos. Los porcentajes de clasificación de los huevos no fueron influenciadas ( $P>0.05$ ) por los diferentes periodos evaluados, pero hubo efecto cuadrático ( $P<0.05$ ) con las diferentes dosis de treonina, dentro de cada escala de peso de los huevos. Faria *et al.* (2002), en experimentos con niveles de treonina total para ponedoras comerciales, encontraron un aumento en el peso del huevo cuando las aves fueron alimentadas con piensos con un nivel de 0,530% y concluyeron que niveles bajos de treonina en los piensos reducen el peso de los huevos de ponedoras ligeras.

**Tabla 1. Efecto de los niveles de treonina digestible sobre la clasificación y la calidad de los huevos de ponedoras semipesadas, en el período de 55 a 61 semanas de edad**

Treonina Digestible (g/kg)	Periodo (sem)	DP <sup>1</sup>	P valor <sup>2</sup>
----------------------------	---------------	-----------------	----------------------

	3.7	4.0	4.3	4.6	4.9	5.2	55-58	59-61		L	C	Periodo
n	9	9	9	9	9	9	54	54				
RC (kg)	5.44	4.88	5.38	4.99	5.47	4.98	5.28	5.09	0.98	0.87	0.89	0.15
EC (µm)	349	340	344	333	341	334	342	339	29.2	0.56	0.63	0.49
CY	10.2	10.2	9.7	10.3	10.2	10.0	10.2	10.0	0.86	0.46	0.47	0.14
PA (g)	6.16	7.23	6.85	6.63	7.54	6.67	6.94	6.75	1.24	0.11	0.12	0.26
UH	85.1	91.5	89.1	88.4	92.9	88.1	89.7	88.7	7.35	0.08	0.09	0.35
THC (%)	98.4	97.9	97.1	96.0	98.7	98.5	97.7	98.0	-	0.068	0.064	0.65
THR(%)	1.58	2.09	2.85	3.98	1.28	1.54	2.28	2.00	-	0.067	0.064	0.64
CH(%)												
>73 g (XL)	16.8	11.4	14.5	7.48	15.5	18.2	14.7	13.9	-	0.0013	0.001	0.56
63 - 73 g (L)	64.8	74.0	72.1	74.6	67.2	67.8	70.2	69.7	-	0.001	0.001	0.78
53 - 63 g (M)	15.6	11.7	9.67	12.3	15.4	11.2	12.0	13.2	-	0.076	0.082	0.36
< 53 g (S)	0.40	0.13	0.00	0.19	0.00	0.00	0.06	0.17	-	0.82	0.88	0.47

Resistencia cáscara (RC); Espesor de la cáscara (EC); Color Yema (CY); Altura Albumen (PA); Unidad Haugh (UH); Total Huevos Clasificados (THC); Total Huevos Rotos (THR); Clasificación Huevos (CH). <sup>1</sup>DP: desvio standar. <sup>2</sup>Interacción tratamiento x periodo no fueron significativas ( $P > 0,05$ ) para todos los tratamientos – Linear (L) cuadrática (C).

La exigencia mínima de treonina digestible estimada ( $R^2=0,59$ ) para la obtención de un 14,29% de huevos XL fue de 4,41 g/kg (0,441%), lo que equivale a un consumo promedio de 568,48 mg/ave y día (Figura 1. Para la obtención de un 73,53% de huevos de clase L, la exigencia máxima estimada ( $R^2 = 0,59$ ) de treonina digestible fue de 4,44 g/kg (0,444%), olo que equivale a un consumo promedio de 568,32 mg/ave y día (Figura 2).

Rostagno et al. (2005) recomendaron un mayor nivel de treonina digestible, de 0,500% en el pienso. Un experimento realizado por Sá *et al.* (2007), con niveles crecientes de treonina digestible (0,410; 0,445; 0,480; 0,515 y 0,550%) y 16% de proteína cruda para ponederas comerciales ligeras de 34 a 50 semanas de edad, indicaron que la exigencia es de 0,510% de treonina digestible o un consumo diario de 583 mg de treonina digestible/ave. Sin embargo, Teixeira *et al.* (2005), evaluando niveles de treonina digestible en piensos de ponederas ligeras, encontraron una mejora en el peso específico de los huevos de ponederas con un nivel de 0,610% de treonina digestible en el pienso. En nuestro ensayo se puede concluir que la exigencia mínima de treonina digestible de 0,441%, equivalente al consumo promedio de 564.48 mg/ave para producción de huevos de tamaño XL y de 0,44%, equivalente al consumo promedio de 568,32 mg/ave para huevos de clase L.

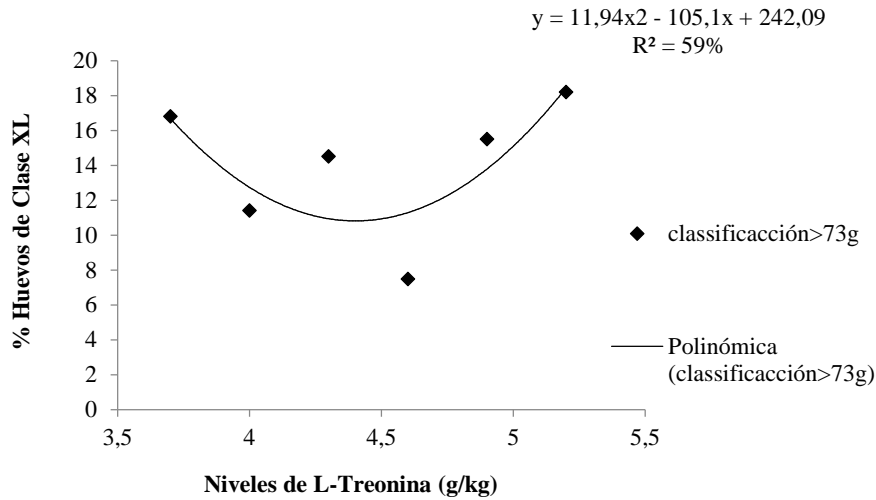


Figura 1 -Efecto de los niveles de L treonina en el tipo super grande el porcentaje de huevos mayores de 73g

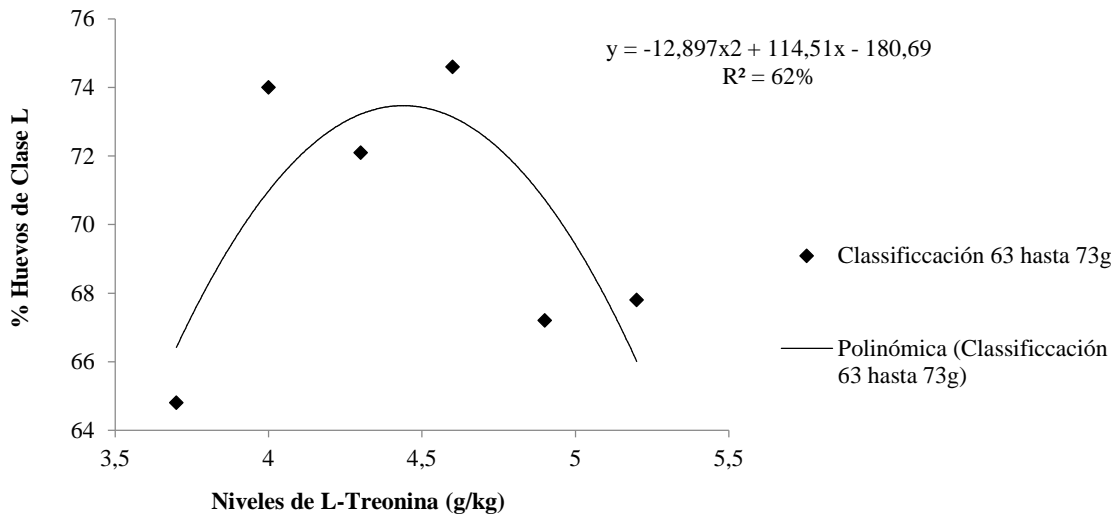


Figura 2 - Efecto de los niveles de L- treonina en el tipo grande el porcentaje de huevos de 63 hasta 73g

## Referencias

- BERTECHINI, A. G.** (2006). *Nutrição de Monogástricos*. Lavras: UFLA. 301p.  
**CUPERTINO, E.S., GOMES. P.C., ROSTAGNO, H.S., JUAREZ LOPES, D., SCHMIDT. M. and CARVALHO MELLO, H. H.** (2009). *Revista Brasileira de Zootecnia* **38**: 1238-1246.  
**FARIA, D.E., HARMS, R.H., RUSSEL, G.B. et al** (2002). Threonine requirement of commercial laying hens fed a corn-soybean meal diet. *Poultry Science* **81**: 809-14.  
**FLETCHER, D.L., BRITTON, W.M., RAHN. A.P. and SAVAGE, S.I.** (1981). The influence of layer flock age and egg component yields and solids content. *Poultry Science* **60**: 983-987.  
**HAUGH, R.R** (1937). The Haugh Unit for measuring egg quality. *United States Egg and Poultry Magazine* **4**: 552.

- JASMAN, A. J. M. and KLIS, J.D** (2002). Evaluation of the amino acid requirements in laying hens. In: CONFERENCE EUROPEAN POULTRY 11, Bremen. *Anais*. Bremen: Conference European Poultry. (CD-ROM).
- JORDÃO FILHO, J. , SILVA, J.H.V., SILVA, E. L. et. al** (2006). Exigência de Lisina para poedeiras semipesadas durante o pico de postura. *Revista brasileira de Zootecnia* **35** (4): 1728-1734.
- LEESON, S. and SUMMERS, J.D.** (2001). *Nutrition of the chicken*. 4.ed. Guelph: University Books. 591p.
- MAGRAMA. SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PRODUCTOS GANADEROS** (2013). El sector de la avicultura de puesta en cifras: principales indicadores económicos en 2012. Disponible en: [http://www.magrama.gob.es/app/vocwai/documentos/Adjuntos\\_AreaPublica/INDICADORES%20ECONOMICOS%20AVICULTURA%20DE%20PUESTA%202012.pdf](http://www.magrama.gob.es/app/vocwai/documentos/Adjuntos_AreaPublica/INDICADORES%20ECONOMICOS%20AVICULTURA%20DE%20PUESTA%202012.pdf). Accesible en: 24 ago. 2013.
- PENZ JUNIOR and VIEIRA, S. L** (1998). Nutrição na primeira semana. In: CONFERENCE APINCO DE CINENCIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, *Anais* – Campinas: FACTA, 121-139.
- ROCHE** (1987). *The roche yolk colour fan: directions for use*. Basel: F. Hoffman La Roche.
- ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., DONZELLE, J. F., GOMES, P. C., OLIVEIRA, R. F. D., LOPES, D. C., FERREIRA, A. S. and ARRETO, S. L. T.** (2005). *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 2. ed. Viçosa: UFV.
- SÁ, L. M., GOMES, P. C., CECON, P. R., ROSTAGNO, H. S. and D'AGOSTINI, P.** (2007) Exigência nutricional de treonina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia* **36**: 1846-1853.
- SAKOMURA, N. K. and ROSTAGNO, H. S** (2007). *Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos*. Jaboticabal: FUNEP. 283p.
- TEIXEIRA, E. N. M., VILAR DA SILVA, J. H., SILVA, E. L., LIMA, M. R., RIBEIRO, M. L. G. and ROCHA, J. K. P.** (2005). Exigência de treonina digestível para poedeiras leves e semipesadas. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* **7** (supl.): 131-131.
- VALERIO, S.R., SOARES, P.R., ROSTAGNO, H.S. et al.** (2000) Exigência nutricional de treonina para poedeiras leves e semipesadas. *Revista Brasileira de Zootecnia* **29** (2): 518-524.