

## Nivel de calcio y relación carbonato de calcio pulverizado: granulado y su efecto en producción de huevo y calidad del cascarón en gallinas pelechadas

### Calcium level and pulverized: granular limestone relation effect on egg production and shell quality of molted layers

M. Cuca<sup>1\*</sup>, V. Valdés<sup>3</sup>, A. Pro<sup>1</sup>, M. Suárez<sup>1</sup>, J. Figueroa<sup>1</sup>, M. González<sup>2</sup>

Programa en Ganadería - Colegio de Posgraduados, Montecillo, Texcoco, México. [jmcuca@colpos.com.mx](mailto:jmcuca@colpos.com.mx)

<sup>2</sup> Departamento de Zootecnia – Universidad Autónoma Chapingo. México. [marianojga@hotmail.com](mailto:marianojga@hotmail.com)

<sup>3</sup> Nutrición de Aves – Trouw Nutrition México S. A. de C. V. [victor.valdes@nutreco.com](mailto:victor.valdes@nutreco.com)

#### Resumen

En gallinas de más de un año de edad es difícil mantener una buena calidad de cascarón. Por ello se realizó un experimento con 640 gallinas pelechadas Leghorn Hy-line® W36 en el que se evaluaron cuatro niveles de calcio (3.25, 3.80, 4.35 y 4.90 %) y cuatro relaciones de carbonato de calcio pulverizado: granulado (100:0, 75:25; 50:50; 25:75). El diseño experimental fue un completamente al azar con arreglo factorial 4\*4. Ninguna de las variables productivas se modificaron por efecto del nivel de calcio en la dieta (P>0.05). La gravedad específica se incremento (P>0.05) por efecto de el nivel de calcio (1.081, 1.082, 1.082, 1.083, respectivamente) y por la relación de carbonato de calcio pulverizado: granulado (1.0813, 1.0820, 1.0822 y 1.0825, respectivamente). Con el nivel de 4.90 % se obtuvo menos (P=0.05) calcio en tibia que con 3.25 % (20.1 vs 21.6 %); en contenido de cenizas, fósforo y la resistencia a la ruptura de la tibia no se detectaron diferencias (P>0.05). Se concluye que 3.25 % de calcio es suficiente para la producción de huevo, pero para lograr una máxima calidad de cascarón se necesitan al menos 3.80 % de calcio. Se recomienda el uso de 50 a 75 % de carbonato de calcio granulado, incrementa el tamaño de la partícula y mejora la calidad del cascarón. Palabras clave: gallinas pelechadas, granulometría, carbonato de calcio, gravedad específica

#### Abstract

In aged laying hens, it is very difficult to keep a good shell quality. Six hundred and forty Hy-line W36 molted layers were used in a trail in order to evaluate four calcium levels (3.25, 3.80, 4.35 and 4.90 %) and four pulverized: granular limestone relations, during two periods of eight weeks each. A completely randomized 4\*4 factorial experimental design was used. None of the productive variables were affected by the calcium level. Egg specific gravity increased (P=0.05) either by calcium level (1.081, 1.082, 1.082, and 1.083, respectively) and pulverized: granular limestone relation (1.0813, 1.0820, 1.0822, and 1.0825, respectively). Calcium contained in tibia was lower with 4.90 than 3.25 % of calcium in the diet (20.1 vs 21.6 %); no significant differences (P>0.05) were found for ash, phosphorous and resistance strength of tibia. It is concluded that 3.25% of calcium is enough for egg production in molted laying hens; on the other hand, in order to achieve the maximum egg shell quality 3.80% of calcium is needed. The use of 50 to 75% of granular limestone increase particle size, and it is recommended to improve the shell quality.

Keywords: molted hens, granular limestone, egg specific gravity, calcium solubility

#### Introducción

Uno de los principales problemas en gallinas de postura adultas es la disminución de la calidad del cascarón; a pesar de que la pelecha permite a las gallinas recuperar sus reservas de calcio en el hueso, la postura se inicia con un tamaño de huevo similar al del final del primer ciclo, y como la cantidad de calcio depositada en el cascarón es constante, la cantidad de carbonato de calcio por unidad de superficie es menor (Cheng y Coon, 1990b). Además, la gallina adulta es menos eficiente en la absorción del calcio porque disminuye la eficiencia de activación de la 1,25 dihidroxi colecalciferol (calcitriol) a partir de vitamina D<sub>3</sub>. Son pocos los trabajos que se han realizado con gallinas pelechadas (Bar *et al.*, 2002; Hernández *et al.*, 2006). Para contrarrestar este problema existen dos formas de mejorar la calidad del cascarón en gallinas adultas: 1) determinar el nivel óptimo de calcio en la dieta; al respecto el NRC (1994) disminuyó el nivel de calcio sugerido de 3.75 a 3.25 g gallina<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en su última edición. Sin embargo, se ha demostrado que el nivel debe ser mayor a 4.0 % si se quiere maximizar la calidad del cascarón (Bar *et al.*, 2002; Castillo *et al.*, 2004); 2) asegurar un suministro de calcio al intestino durante las horas de la noche, que es cuando la gallina no consume alimento y el aporte de calcio al cascarón es máximo. Esto se consigue con el uso de fuentes de calcio menos solubles o de mayor tamaño de partícula (Roland 1986; Rao y Roland, 1989; Cheng y Coon, 1990b; Zhang y Coon, 1997). Por ello se realizó una investigación para estudiar el efecto del nivel y tamaño de la partícula de calcio en dietas para gallinas adultas en el desempeño productivo y calidad del cascarón.

### **Materiales y Métodos**

El experimento se realizó en una caseta convencional de la granja experimental del Colegio de Postgraduados, en Montecillo, Texcoco, México, localizada a 2250 m de altitud, con clima templado subhúmedo con lluvias en verano. Se utilizaron 640 gallinas Leghorn de la línea Hy-Line W-36, de 80 a 96 semanas de edad, las cuales se pelecharon mediante la técnica del retiro de alimento y luz por diez días, reduciendo su peso corporal en 20%, antes de iniciar el experimento. Las gallinas estuvieron alojadas en jaulas individuales de 50\*20\*40, con acceso a alimento y agua *ad libitum*. La iluminación se ajustó para cada mes, según la duración del día para completar 16 horas luz día<sup>-1</sup>, con luz artificial. Las dietas experimentales se formularon isoproteínicas e isoenergéticas con sorgo y pasta de soya, cubriendo las necesidades de nutrimentos sugeridos por el NRC (1994) para gallinas de postura, variando el nivel de calcio (3.25, 3.80, 4.35 y 4.90 %), el nivel de inclusión de aceite aumentó proporcionalmente al aumento de calcio en la dieta (Cuadro 14). Para lograr un mayor tamaño de partícula se agregó carbonato de calcio granulado (3 - 5 mm, malla Tyler # 6 - 8) a expensas de carbonato de calcio en polvo (0.5 - 0.8 mm, malla Tyler # 20 - 22) obteniendo cuatro proporciones pulverizado: granulado (100:0, 75:25, 50:50, 25:75). Las gallinas se distribuyeron al azar en las unidades experimentales (8 jaulas). Se usó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 4\*4, con 5 repeticiones de 8 gallinas cada una.

Las variables que se midieron semanalmente fueron: consumo de alimento (CAL, g gallina<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>), masa de huevo (MH, g gallina<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>), conversión alimenticia (CA), porcentaje de postura, peso del huevo (PH, g), y gravedad específica (GE) según la metodología de Hamilton (1982). El análisis de datos se hizo con el procedimiento GLM de SAS y las medias se compararon con la prueba de Tukey. Al final del experimento se sacrificaron 96 gallinas por dislocación cervical, seis por cada tratamiento, es decir 12 por cada nivel de calcio, se les extrajeron las tibias para determinar porcentaje de cenizas, calcio y fósforo en la tibia izquierda y en la derecha se midió resistencia a la ruptura.

### **Resultados y discusión**

No se encontró interacción ( $P>0.05$ ) entre el nivel de calcio en las dietas y relación de carbonato de calcio pulverizado: granulado. En el Cuadro 2 se puede ver que no se afectó ( $P>0.05$ ) el consumo de alimento y masa de huevo por ninguno de los dos factores de estudio, y por lo tanto la conversión alimenticia fue similar para todos los tratamientos. Esto se puede deber a que el nivel más bajo de calcio que se probó (3.25%) es el nivel mínimo recomendado por el NRC (1994) y en todos los tratamiento el consumo de alimento fue mayor a 100 g gallina<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, por lo que el consumo de calcio fue mayor a 3.25 g gallina<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> concuerda con otros estudios en donde no hay un efecto benéfico en producción de huevo con niveles mayores de calcio (Castillo *et al.*, 2004; Hernández *et al.*, 2006). Sin embargo, tampoco existe un efecto negativo en producción de huevo con niveles de 4.90%, como lo indica Roland *et al.*, (1996).

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales

Ingrediente	T1- T4	T5 - T8	T9 – T12	T13 - 16
Sorgo (8.8 %) <sup>†</sup>	64.59	61.55	58.50	55.43
Pasta de soya (46 %) <sup>†</sup>	24.04	24.63	25.23	25.83
Aceite de soya	1.64	2.61	3.58	4.56
Carbonato de calcio	8.22	9.70	11.18	12.66
Sal	0.25	0.25	0.25	0.25
DL-metionina	0.20	0.21	0.21	0.21
HCl-lisina	0.02	0.01	0.00	0.00
Fosfato dicálcico	0.69	0.70	0.71	0.71
Premezcla <sup>¶</sup>	0.25	0.25	0.25	0.25
Pigmento	0.10	0.10	0.10	0.10
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
COSTO	3.0820	3.1280	3.1749	3.2262
Análisis calculado				
EM (Kcal kg <sup>-1</sup> )	2800	2800	2800	2800
Proteína (%) <sup>†</sup>	16.5	16.5	16.5	16.5
Lisina (%)	0.8	0.8	0.8	0.8
Metionina (%)	0.45	0.45	0.45	0.46
Metionina + Cistina (%)	0.72	0.72	0.72	0.72
Calcio (%) calculado	3.25	3.80	4.35	4.9
Calcio (%) analizado	3.26	3.81	4.36	4.92
Fósforo disponible (%)	0.25	0.25	0.25	0.25
Fósforo total (%)	0.48	0.47	0.47	0.46
Treonina (%)	0.60	0.60	0.60	0.60
Arginina (%)	0.98	0.99	1.00	1.00
Triptófano (%)	0.18	0.18	0.18	0.18

<sup>†</sup>Proteína cruda. <sup>¶</sup>Avitep® postura HL, aporta por kg de alimento las siguientes vitaminas: A 7 700 UI, D<sub>3</sub> 3 000 UI, E 6.6 UI, K<sub>3</sub> 2 mg, B<sub>2</sub> 4.4 mg, B<sub>12</sub> 0.0088 mg, ácido pantoténico 5.5 mg, niacina 22 mg, ácido fólico 0.11 mg; colina 300 mg, los siguientes minerales: hierro 33 mg, zinc 100 mg, manganeso 100 mg, cobre 9 mg, selenio 0.3 mg, yodo 0.9 mg, y 5 mg de antioxidante.

No se detectaron diferencias en porcentaje de postura, ni peso de huevo con ninguno de los dos factores que se probaron. Esto puede deberse a que aun con el nivel más bajo de consumo 98.4 g gallina<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> el consumo de calcio es de 3.2 g de calcio gallina<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> que es un nivel aceptable. Otros autores encuentran efectos del nivel de calcio pero han probado niveles desde 2.5 hasta 5.0 % (Roland *et al.*, 1996).

La calidad de cascarón se mejoró (P=0.05) con el nivel de calcio, ya que la gravedad específica fue menor con 3.25 que con 4.9 % de calcio (Cuadro 16). Este resultado es consistente con otros autores (Bar *et al.*, 2002, Castillo *et al.*, 2004 y Hernández *et al.*, 2006), en los que se observa un beneficio en calidad de cascarón con niveles mayores. Esto demuestra que el nivel recomendado por el NRC (1994) no es suficiente para lograr una buena calidad de cascarón, sobretodo en gallinas de más de un año de edad.

El tamaño de la partícula también mejoró la calidad del cascarón, medida a través de la gravedad específica, como se observa en el Cuadro 2, con la inclusión de 50 ó 75 % de carbonato de calcio granular. Similar a lo que encontraron Scott *et al.* (1971) que tanto con concha de ostión como con carbonato de calcio de partícula gruesa, la liberación de calcio de la molleja se realiza más lentamente que las partículas finas de carbonato de calcio, de forma tal que las gallinas usan este calcio, durante las horas de oscuridad cuando no consume alimento (Roland, 1986, Zhang y Coon, 1997). También, Ahmad y Balander (2003) encontraron una mejor gravedad específica del huevo al reemplazar 50 % del carbonato de calcio por concha de ostión, y en otro estudio demuestran que se debe a mayor concentración de estradiol y progesterona en plasma (Ahmad y Balander, 2004), en especial el estradiol estimula la síntesis de calcitriol, lo que aumenta la absorción de calcio en el intestino y en el riñón, de tal forma que la gallina dispone de más calcio para la formación del cascarón.

Cuadro 2. Efecto del nivel de calcio y la relación de carbonato de calcio pulverizado: granulado en la producción de huevo y calidad del cascarón de gallinas de 80 a 88 semanas de edad

Calcio (%)	Relación de carbonato de calcio pulverizado: granular				Promedio
	100: 0	75: 25	50: 50	25: 75	
	Consumo de alimento (g)				
3.25	102.2	101.6	102.7	101.6	102.0
3.80	102.9	102.4	103.6	102.8	102.9
4.35	102.2	101.2	101.9	105.1	102.6
4.90	101.2	102.9	102.3	103.0	102.3
Promedio	102.1	102.0	102.6	103.1	EEM 0.41
	Masa de huevo (g/ a/ día)				
3.25	52.7	50.1	51.3	51.9	51.5
3.80	50.5	51.2	52.3	51.6	51.4
4.35	50.1	50.3	49.8	51.1	50.3
4.90	51.4	50.5	51.2	49.3	50.6
Promedio	51.2	50.5	51.2	51.0	EEM 0.63
	Conversión alimenticia				
3.25	1.97	2.08	2.05	2.00	2.02
3.80	2.10	2.04	2.03	2.02	2.05
4.35	2.10	2.04	2.07	2.09	2.08
4.90	2.01	2.14	2.04	2.19	2.09
Promedio	2.05	2.08	2.05	2.08	EEM 0.03
	Porcentaje de postura (%)				
3.25	79.6	75.5	76.6	78.1	77.4
3.80	75.7	77.7	77.9	78.0	77.3
4.35	75.8	75.0	77.3	76.2	76.0
4.90	77.7	76.6	76.9	74.1	76.3
Promedio	77.1	76.2	77.2	76.6	EEM 1.0
	Peso del huevo (g)				
3.25	65.8	64.9	65.6	65.0	65.3
3.80	66.2	64.9	66.1	65.5	65.7
4.35	64.6	65.6	63.2	66.3	64.9
4.90	64.7	65.2	65.7	65.8	65.4
Promedio	65.3	65.2	65.2	65.7	EEM 0.35
	Gravedad específica				
3.25	1.081	1.081	1.082	1.081	1.081 <sup>b</sup>
3.80	1.081	1.082	1.081	1.083	1.082 <sup>ab</sup>
4.35	1.081	1.082	1.082	1.083	1.082 <sup>ab</sup>
4.90	1.082	1.083	1.083	1.083	1.083 <sup>a</sup>
Promedio	1.0813 <sup>b</sup>	1.0820 <sup>ab</sup>	1.0822 <sup>a</sup>	1.0825 <sup>a</sup>	EEM 0.0002

<sup>a</sup>, <sup>b</sup>, y <sup>c</sup> indican diferencias por efecto (P=0.05) del nivel calcio y por efecto (P=0.05) del tamaño de partícula; EEM es el error estándar de la media.

En el Cuadro 3, se presentan las características de mineralización de las tibias y la resistencia a la ruptura. No se encontraron diferencias (P>0.05) debidas al nivel de calcio y por la relación carbonato de calcio pulverizado: granulado. Por el contrario Cheng y Coon (1990a) encontraron que al aumentar calcio de 2.5 a 4.5 % se incrementa el porcentaje de cenizas en hueso. Por su parte Fleming *et al.*, (1998) encontraron que con el uso de carbonato de calcio granular reduce las perdidas del hueso cortical e incrementa la acumulación de hueso medular, lo cual provoca una mayor resistencia de las tibias a la ruptura y las tibias se ven más densas en las radiografías, por lo que concluye que el uso de carbonato de calcio granular puede ayudar algunas de las afecciones de la osteoporosis. Se debe hacer más investigación del efecto del nivel y fuente de calcio para entender más ampliamente el metabolismo del hueso con métodos *in vivo* (rayos X) y con mediciones directas, sin embargo se deben usar más animales o tener en condiciones más controladas para disminuir la variación y poder encontrar diferencias significativas. El nivel de calcio afectó (P=0.05) el porcentaje de calcio en la tibia, contrario a lo que se esperaba, con 3.25 % de calcio se detectó una mayor concentración de calcio en tibia que con 4.90 %. Esto puede deberse a que al aumentar la concentración de calcio en la dieta se disminuye el porcentaje de solubilidad y retención, como lo demostraron Rao y Roland

(1990) *in vivo*, y debido a que la gallina solubiliza proporcionalmente menos carbonato de calcio en su sistema digestivo al aumentar la concentración de carbonato de calcio (Rao y Roland, 1989).

Cuadro 3. Resistencia a la ruptura, contenido de cenizas, calcio y fósforo de tibias por efecto del nivel de calcio y por la relación de carbonato de calcio pulverizado: granulado

Calcio (%)	Pulverizado: granular	Cenizas (%)	Fósforo (%)	Calcio (%)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
3.25		65.5	11.2	21.6 <sup>a</sup>	8.8
3.80		63.0	11.3	21.1 <sup>ab</sup>	8.9
4.35		62.9	11.3	20.9 <sup>ab</sup>	9.5
4.90		62.5	11.6	20.1 <sup>b</sup>	9.5
EEM		0.93	0.23	0.30	0.36
	100:0	63.0	11.3	20.8	8.7
	75:25	65.5	11.4	21.6	9.5
	50:50	63.0	11.4	20.7	9.1
	25:75	62.3	1.3	20.4	9.3
	EEM	0.93	0.23	0.30	0.36

<sup>a</sup>, <sup>b</sup>, y <sup>c</sup> indican diferencias por efecto (P=0.05) del nivel calcio y por efecto (P=0.05) de la relación de carbonato de calcio pulverizado: granulado; EEM es el error estándar de la media.

### Conclusiones

Con 3.2 g gallina<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> de calcio en la dieta, las gallinas de segundo ciclo Hy-line W36 mantienen una adecuada producción de huevo. Sin embargo para mejorar la calidad del cascarón del huevo las gallinas deben consumir 3.8 g día<sup>-1</sup> de calcio en la dieta. Es conveniente usar parte del carbonato de calcio granulado para mejorar la calidad del cascarón en gallinas pelechadas (50 %).

### Literatura citada

- Ahmad, H. A., and R. J. Balnader. 2003. Alternative feeding regimen of calcium source and phosphorus level for better eggshell quality in commercial layers. *J. Appl. Poult. Res.* 12:509 – 514.
- Ahmad, H. A., and R. J. Balnader. 2004. Physiological response of laying to alternative feeding regimen of calcium source and phosphorus level. *Int. J. Poult. Sci* 3(2):100 – 111.
- Bar, A., V. Razaphkovsky, and E. Vax. 2002. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements in aged laying hens. *Br. Poult. Sci.* 43:261-269.
- Castillo, C., M. Cuca, A. Pro, M. González, and E. Morales. 2004. Biological and economic optimum level of calcium in white Leghorn laying hens. *Poult. Sci.* 83:868 – 872.
- Cheng, T. K., and C. N. Coon. 1990a. Sensitivity of various bone parameters of laying hens to different daily calcium intake. *Poult. Sci.* 69:2209 – 2213.
- Cheng, T. K., and C. N. Coon. 1990b. Effect of calcium source, particle size, limestone solubility in vitro, and calcium intake level on layer bone status and performance. *Poult. Sci.* 69:2214 – 2219.
- Fleming, R. H., H. A. McCormack, and C. C. Whitehead. 1998. Bone structure and strength at different ages in laying hens and effects of dietary particle limestone, vitamin K and ascorbic acid. *Br. Poult. Sci.* 39:434 – 440.
- Hernández, S. J., M. Cuca, A. Pro, M. González, y C. Becerril. 2006. Nivel óptimo biológico y económico de calcio en gallinas Leghorn blancas de segundo ciclo de postura. *Agrociencia* 40 (1):49 – 57.
- NRC. 1994. National Research Council. Nutrient requirements of poultry. 9th edition. National Academy Press, Washington, DC.
- Rao, K. S., and D. A. Roland. 1989. Influence of dietary calcium level and particle size of calcium source on *in vivo* calcium solubilization by commercial Leghorns. *Poult. Sci.* 68:1499 – 1505.
- Rao, K. S., and D. A. Roland Sr. 1990. *In vivo* limestone solubilization in commercial Leghorns: role of dietary calcium level, limestone particle size, *in vitro* limestone solubility rate, and the calcium status of the hens. *Poult. Sci.* 69: 2170 – 2176.
- Roland, D. A. Sr. 1986. Egg shell quality IV: Oystershell versus limestone and the importance of particle size or solubility of calcium source. *World's Poult. Sci. J.* 42:166 – 165.
- Roland, D. A. Sr., M. M. Bryant, and H. W. Rabon. 1996. Influence of calcium and environmental temperature on performance of first-cycle (Phase 1) commercial Leghorns. *Poult. Sci.* 75:62 – 68.
- Scott, M. L., S. J. Hull, and P. A. Mullenhoff. 1971. The calcium requirements of laying hens and effects of dietary oyster shell upon egg shell quality. *Poult. Sci.* 50:1055 – 1063.
- Zhang, B., and C. N. Coon. 1997. The relationship of calcium intake, source, size, solubility in vitro and *in vivo*, and gizzard limestone retention in laying hens. *Poult. Sci.* 76:1702 – 1706.