

## Producción de huevo, calidad del cascarón e impacto económico en gallinas Leghorn Blanca con niveles de calcio y fósforo en la dieta

### Egg production, eggshell quality and profitability with calcium and phosphorus levels in Leghorn White hens

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

<sup>1</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

Las gallinas depositan una gran cantidad de cascarón por cada huevo. Por ello se realizó un experimento con 480 gallinas Leghorn Hy-Line W-36, distribuidas en un arreglo factorial 3\*4 para evaluar la importancia del calcio y fósforo para la formación del cascarón del huevo, se usaron tres niveles de calcio (3.2, 4.2 y 5.2 %) y cuatro de fósforo disponible (0.15, 0.20, 0.25 y 0.30 %), durante 52 semanas (20 a 72 semanas de edad). Se encontró interacción (P=0.05) del nivel de calcio (Ca) y fósforo disponible (Pd) en consumo de alimento (CAL) y en masa de huevo (MH). El porcentaje de postura y MH fueron menores (P=0.05) con 0.15 % que con 0.3 % de Pd. La conversión alimenticia se afectó (P=0.05) por el nivel de Pd, obteniendo la mejor con 0.3 % (1.94), seguida por 0.20 % (1.96), 0.15 % (1.98), y 0.25 % (1.99), respectivamente. El peso del huevo fue mayor (P=0.05) en 0.7 y 0.8 g con 3.2 % que con 4.2 y 5.2 % de Ca, respectivamente. La gravedad específica mejoró (P=0.05) al incrementar el calcio de 3.2 % a 4.2 % y 5.2 % (1.080 vs 1.081 y 1.082) en la dieta. En conclusión para lograr una buena calidad del cascarón se debe usar un nivel de calcio de 4.0 %, pero se debe incrementar de manera proporcional el nivel de fósforo disponible. El nivel de 0.15 % de fósforo disponible no es suficiente para obtener una buena producción de huevo y conversión alimenticia.

**Palabras clave:** producción de huevo, calidad del cascarón, calcio, fósforo, interacción.

#### Abstract

The laying hen produces a constant amount of shell material for each egg. In order to evaluate the importance of calcium and phosphorus for egg shell formation, a trial was conducted using four hundred and eighty Hy-Line 36 hens in a 3\*4 factorial arrangement to evaluate three calcium (Ca) levels (3.2, 4.2 y 5.2 %) and four available phosphorus (Pd) levels (0.15, 0.20, 0.25 y 0.30 %) during 52 weeks (20 to 72 weeks of age). Results showed an interaction (P=0.05) between Ca and Pd levels for feed intake (CAL) and egg mass (MH) variables. Egg production rate and MH were lower (P=0.05) with the 0.15 % compared to the 0.3 % Pd levels. Feed conversion was also affected by the Pd level having the best performance with 0.3 % (1.94), 0.20 % (1.96), 0.15 % (1.98) and 0.25 % (1.99) levels, respectively. Egg weight was 0.7 and 0.8 grams higher (P=0.05) with 3.2 % level compared to 4.2 and 5.2 % levels, respectively. Egg specific gravity was improved (P=0.05) when calcium level increased from 3.2 % to 4.2 % and 5.2 % (1.080 vs 1.081 and 1.082) in the diet. It was concluded that, in order to get a good shell quality, a 4.0 % calcium level must be used, and a proportional increase of the available phosphorus must also be considered. The level of 0.15 % of available phosphorus is not enough to obtain good egg production and optimal feed conversion.

**Key words:** egg production, eggshell quality, calcium, phosphorus, interaction.

#### Introducción

El calcio es importante para la gallina en postura, ya que en el cascarón se deposita de manera constante gran cantidad de calcio y aunque la cantidad de fósforo en el cascarón es cien veces menor, este mineral esta muy ligado al metabolismo del calcio. El NRC (1994) sugiere 3.25% de calcio y 0.25% de fósforo disponible. Sin embargo estudios recientes apuntan a que el nivel de calcio en la dieta debe ser mayor (Bar *et al.*, 2002), y que el nivel óptimo de calcio para máxima calidad del cascarón es mayor que para máxima producción de huevo (Castillo *et al.*, 2004). Mientras que para fósforo la tendencia es a disminuir la concentración de este mineral porque es un ingrediente caro y por los problemas de contaminación que ocasiona cuando esta en exceso (Sohail y Roland, 2002; Snow *et al.*, 2004). Por las funciones que desempeñan el calcio y el fósforo, se ha reportado interacción de estos minerales para calidad del cascarón (Roush *et al.*, 1986), aunque son pocos los estudios que existe donde se prueben a la par calcio y fósforo. Además se deben reevaluar las necesidades de calcio y fósforo de las gallinas actuales, ya que son más productivas, más ligeras y consumen menos alimento. Se ha encontrado que el mejoramiento genético de

gallinas por selección de 1950 a la fecha ha permitido incrementar el peso del huevo, no así la calidad del cascarón (Anderson *et al.*, 2004), por lo que se deben idear formas para mejorar la calidad del cascarón, lo que incluye buscar el nivel adecuado de calcio y fósforo en la dieta. Por ello, se realizó esta investigación con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo y económico, así como la calidad del cascarón del huevo de gallinas en postura Hy line W36 con niveles de calcio y fósforo en la dieta durante el primer ciclo de producción.

### **Materiales y Métodos**

La fase experimental se realizó en las instalaciones avícolas del Colegio de Postgraduados, ubicadas en Montecillo, Texcoco, México. Se utilizaron 480 gallinas Leghorn de la línea Hy-Line W-36, de 20 a 74 semanas de edad, alojadas en jaulas individuales de 50x20x40, a las que se dio alimento y agua a libre acceso. La iluminación se ajustó a 16 horas luz día<sup>1</sup>. Las dietas experimentales se formularon con base en sorgo y pasta de soja, con 16.5% de proteína, 2800 kcal de energía metabolizable, 0.8% de lisina, 0.7% de metionina + cistina y 0.6% de treonina (Cuadro 1), variando únicamente el nivel de calcio y fósforo disponible, de acuerdo con los tratamientos que fueron tres niveles de calcio (3.2, 4.2 y 5.2%) y cuatro de fósforo disponible (0.15, 0.20, 0.25 y 0.30%) con 5 repeticiones de 8 gallinas cada una. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 3 x 4 con mediciones repetidas cada semana. Se realizó un análisis de varianza con el procedimiento GLM de SAS y las medias de los tratamientos se compararon con la prueba de Tukey (Steel *et al.*, 1997). Cada semana se midió: consumo de alimento (CAL; g/ave/día), masa de huevo (MH; g/ave/día), porcentaje de postura (PP), peso del huevo (PH; g), conversión alimenticia (CA) y gravedad específica (GE). Al final del experimento se hizo un análisis económico del ciclo de producción para cada tratamiento con los resultados productivos bajo la estructura de costos para los sistemas de producción de huevo para plato en México (UNA, 2005), mediante la matriz de análisis de política de costos en su parte privada (Monke y Pearson, 1989).

### **Resultados y Discusión**

Se encontró interacción ( $P=0.05$ ) del nivel de calcio (Ca) y fósforo disponible (Pd) en masa de huevo (MH) y consumo de alimento (CAL). Con el nivel más alto de calcio (5.2 %) y bajo de Pd (0.15%) disminuyó el CAL y la MH. Por esto y en armonía con lo reportado por Bar *et al.* (2002) por arriba de 4% de calcio se debe incrementar también el nivel de fósforo. Con la dieta baja en Ca (3.2%) las gallinas consumieron más alimento, como mecanismo de regulación para incrementar el consumo de calcio, solo hasta 0.2% Pd (relación 15:1), con niveles mayores de fósforo disponible se perdió este efecto. Los resultados de las variables en donde no se encontró interacción ( $P>0.05$ ) se muestran en el Cuadro 2. El PP fue menor ( $P=0.05$ ) que con 0.3% de Pd, similar a lo encontrado por Snow *et al.* (2004). La CA se afectó ( $P=0.05$ ) por el nivel de Pd obteniendo la mejor con 0.3%, sin superar a 0.20 y 0.25% de Pd, esto concuerda con otro estudio en el que se probaron niveles de 0.1 a 0.7% de Pd y se encontró una tendencia lineal a mejorar la CA a medida que se incrementaba el nivel de Pd en la dieta (Sohail y Roland, 2002).

El peso del huevo fue mayor ( $P=0.05$ ) en 0.7 y 0.8 g con 3.2% que con 4.2 y 5.2% de Ca, algo similar encontraron Bar *et al.* (2002) al incrementar el calcio de 3 a 4%. Este fenómeno se ha atribuido a una dilución energética de la dieta o a una baja en palatabilidad del alimento ocasionada por el carbonato de calcio, pero como en esta investigación se usaron dietas isoenergéticas el efecto se puede deber a mayor consumo de alimento de las gallinas con el nivel bajo de calcio, y por lo tanto mayor consumo de energía, aminoácidos y otros nutrientes. La gravedad específica se mejoró ( $P=0.05$ ) al incrementar el calcio de 3.2 a 4.2 y 5.2%, lo cual muestra que para lograr una mejor calidad del cascarón se debe usar un nivel de este mineral mayor a 3.25% sugerido por el NRC (1994), acorde con lo que indican los resultados de otras investigaciones (Bar *et al.*, 2002; Castillo *et al.*, 2004).

El análisis económico se resume en el Cuadro 3, donde se puede notar que el nivel de fósforo disponible tuvo efecto sobre los costos de producción, debido a: 1) que el fósforo es un nutrimento caro, es el tercer nutrimento más caro, después de la energía y la proteína, y debido a que el ácido fosfórico es una materia prima que se usa en la elaboración de los fosfatos y su precio esta muy ligado a la industria petroquímica, la tendencia es a la alza; 2) al mayor consumo de alimento que se logra al aumentar el nivel de fósforo disponible en la dieta. Sin embargo al integrar el costo de alimentación con los costos fijos el efecto se diluye. Sin embargo, con el nivel más alto de fósforo disponible (0.30 %) que es el más costoso, la conversión alimenticia es mejor, lo que permite obtener una mejor utilidad, que aunque no es significativa, numéricamente representa mayores utilidades al productor. Quizás por ello las recomendaciones de las casas comerciales para fósforo disponible siguen altas (0.4%; Anónimo, 2002) en comparación con el nivel sugerido por el NRC (1994).

Cuadro 1. Dieta basal del experimento

Ingrediente	%
Sorgo (8.8%)	55.36
Pasta de soya (45 %)	25.84
Aceite crudo de soya	4.57
Sal	0.25
Premezcla de vitaminas y minerales <sup>1</sup>	0.25
DL-metionina	0.21
Pigmento	0.10
Fracción variable <sup>2</sup>	13.42
<b>Total</b>	<b>100.00</b>
Contenido nutricional calculado	
Energía (Kcal kg <sup>-1</sup> )	2800
Proteína (Nx6.25, %)	16.5
Lisina (%)	0.80
Metionina+ cistina (%)	0.70
Metionina (%)	0.45
Treonina (%)	0.60

<sup>1</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 0.11mg; colina 300mg, los siguientes minerales: hierro 33 mg, zinc 100mg, manganeso 100mg, cobre 9 mg, selenio 0.3 mg, yodo 0.9 mg, y 5 mg de antioxidante.

<sup>2</sup> Corresponde a la cantidad de fosfato di cálcico (21% fósforo, 18% calcio), carbonato de calcio (38% calcio) y arena esterilizada como relleno

Cuadro 2. Producción de huevo y calidad del cascarón de gallinas de primer ciclo con niveles de calcio (%) y fósforo disponible (%) en la dieta

Calcio	Fósforo disponible	Postura (%)	Peso del huevo (g)	Conversión alimenticia	Gravedad específica
3.2%		83.6	60.3 <sup>a</sup>	1.96	1.080 <sup>b</sup>
4.2%		83.5	59.6 <sup>b</sup>	1.97	1.081 <sup>ab</sup>
5.2%		83.8	59.5 <sup>b</sup>	1.97	1.082 <sup>a</sup>
	0.15%	82.7 <sup>b</sup>	59.8	1.98 <sup>b</sup>	1.081
	0.20 %	84.1 <sup>ab</sup>	59.7	1.96 <sup>ab</sup>	1.081
	0.25%	83.1 <sup>ab</sup>	59.6	1.99 <sup>b</sup>	1.081
	0.30%	84.7 <sup>a</sup>	60.2	1.94 <sup>a</sup>	1.081

<sup>a,b</sup> indican diferencia (P=0.05)

Cuadro 3. Análisis económico (\$ mexicanos gallina<sup>-1</sup>)

Calcio	Fósforo disponible	Costos fijos <sup>1</sup>	Costo de alimento <sup>2</sup>	Costo total	Ingreso <sup>3</sup>	Utilidad \$ %	
3.2 %		51.6	93.4	145.0	162.6	17.6	12.1
4.2 %		51.6	93.3	144.9	160.7	15.9	10.9
5.2 %		51.6	92.6	144.2	160.5	16.3	11.3
	0.15 %	51.6	91.9b	143.5	159.2	15.7	10.9
	0.20 %	51.6	93.0ab	144.6	162.2	17.6	12.2
	0.25 %	51.6	93.6ab	145.2	159.9	14.7	10.1
	0.30 %	51.6	93.8 <sup>a</sup>	145.5	163.8	18.4	12.7

<sup>1</sup> Costos fijos incluyen: \$22.0 reemplazo de aves, \$14.8 de empaque y \$14.8 de agua, electricidad, mantenimiento, mano de obra, depreciaciones y fármacos. No se consideran costos indirectos: seguros, fletes, comisiones, gastos de representación, que pueden llegar a representar 10% (UNA, 2005).

<sup>2</sup> Es el producto de multiplicar los kilogramos de alimento consumido acumulado de 20 a 72 semanas de edad por el costo de cada dieta.

<sup>3</sup> Corresponde a la multiplicación de la masa total de huevo (20 – 72 semanas) por el precio de venta del huevo (\$10.00) a, b, c y d indican diferencias (P=0.01) por efecto del periodo, por efecto (P=0.05) del nivel calcio y por efecto (P=0.05) del nivel de fósforo disponible en la dieta; EEM es el error estándar de la media.

### Conclusiones

Para lograr una buena calidad del cascarón se debe usar un nivel de calcio de 4.2 %, pero se debe incrementar de manera proporcional el nivel de fósforo.

El nivel de 0.15% de fósforo disponible no es suficiente para obtener una buena producción de huevo y conversión alimenticia. Se debe usar 0.30% de fósforo que aunque es más costoso se logra recuperar el diferencial de precio a través de las mejoras en producción de huevo y conversión alimenticia.

El nivel de calcio sugerido por el NRC (1994) permite obtener una producción de huevo aceptable, pero para lograr mejor calidad es insuficiente y 0.25% de fósforo disponible no permite alcanzar el máxima producción de huevo y la menor conversión alimenticia.

### Literatura Citada

- Anderson, K.E., J.B. Tharrington, P.A. Curtis and F.T. Jones. 2004. Shell characteristics of eggs from historic strains of single comb white leghorn chickens and the relationships of egg shape to shell strength. *Int. J. Poult. Sci.* 3(1): 17-19.
- Anónimo. 2002. Guía de manejo de Hy line variedad W-36. Hy line International. P.O. Box, Iowa, USA. 22 p.
- Bar, A., V. Razaphkovsky y E. Vax. 2002. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements in aged laying hens. *Bri. Poult. Sci.* 43: 261-269.
- Castillo, C., M. Cuca, A. Pro, M. Gonzalez and E. Morales. 2004. Biological and economic optimum level of calcium in white leghorn laying hens. *Poult. Sci.* 83: 868-872.
- Monke, E., and S.R. Pearson. 1989. The policy analysis matrix for agricultural development. Cornell University Press, Ithaca and London. 279 p.
- NRC. 1994. Nutrient requirements of poultry. 9th edition. National Academy Press, Washington, DC.
- Roush, W.B., M. Mylet, J.L. Rosenberger y J. Derr. 1986. Investigation of calcium and available phosphorus requirements for laying hens by response surface methodology. *Poult. Sci.* 65: 964-970.
- Snow, J.L., M.W. Douglas, K.W. Koelkebeck, A.B. Batal, M.E. Persia, P.E. Biggs and C.M. Parsons. 2004. Minimum phosphorus requirement of one-cycle and two-cycle (molted) hens. *Poult. Sci.* 83: 917-924.
- Sohail, S.S. and D.A. Roland, Sr. 2002. Influence of dietary phosphorus on performance of Hy-Line W36 hens. *Poult. Sci.* 81: 75-83.
- Steel, R.G.D., J.H. Torrie and D.A. Dickey. 1997. Principles and procedures of statistics a biometrical approach. Third edition. Ed. McGraw-Hill. p. 666.
- UNA. 2005. Compendio de Indicadores Económicos del Sector Avícola 2005. Unión Nacional de Avicultores. México. 105 p.