

# ESTUDIOS RECIENTES CON CALCIO EN GALLINAS DE POSTURA

Manuel Cuca García. 2005. Programa de Ganadería, IREGEP  
Colegio de Postgraduados, Montecillo Estado de México.  
[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar) / [www.produccionbovina.com](http://www.produccionbovina.com)

[Volver a: Otras producciones](#) > [Producción Avícola](#)

## RESUMEN

La avicultura es importante en la generación de alimentos de buena calidad (proteínas de alto valor biológico) y bajo costo para la alimentación humana. En este contexto, el huevo de gallina adquiere gran protagonismo. Es por ello que existen numerosos estudios destinados a determinar las necesidades de calcio en las gallinas ponedoras, aunque todavía la definición de los requerimientos continúa siendo controversial. Este interesante trabajo revisa los principales estudios relacionados con este tema.

**Palabras Clave:** Aves, avicultura, gallina, ponedora, Leghorn, Hy-Line W-98, Lohman, huevo, cáscara, calcio, necesidades, requerimientos, dieta, ración.

## INTRODUCCIÓN

La avicultura es importante en México en la generación de alimentos de buena calidad y bajo costo para la alimentación humana. En este contexto, el huevo de gallina juega un papel importante, ya que es fuente proteínica de alto valor biológico y su costo es de los más baratos. Esto ha influido de manera importante para que México sea el primer consumidor de huevo en el mundo y sexto productor.

Datos de la Unión Nacional de Avicultores indican que el número de ponedoras en producción en el 2002 fue de 113 589 884 y se estima en 20 millones las ponedoras en un segundo ciclo de postura, todas estas gallinas produjeron 2 043 436 toneladas de huevo. Esto señala la importancia que tiene mantener la calidad del cascarón de manera óptima para que no haya pérdidas por este concepto. La ingesta de calcio (Ca) juega un papel importante en la formación del cascarón; sin embargo, no se tienen datos concretos sobre la cantidad de este nutrimento en la dieta para obtener mejor producción de huevo y calidad del cascarón durante un ciclo de postura. Por tal motivo, se presentan resultados recientes acerca de los requerimientos de calcio en gallinas de primer ciclo y en gallinas pelechadas.

## IMPORTANCIA DEL CALCIO EN LA PRODUCCIÓN DE HUEVO Y CALIDAD DEL CASCARÓN

El calcio es uno de los elementos necesarios para el mantenimiento, producción de huevo y buena calidad del cascarón. Además es el componente inorgánico más abundante del esqueleto y toma parte en su formación y mantenimiento; y es importante en muchas otras funciones biológicas, (coagulación de la sangre, como activador y desactivador de enzimas, en la transmisión de los impulsos nerviosos y en la secreción de hormonas, entre otras).

Las gallinas comerciales en un período de un año, ponen cerca de 280-290 huevos, cada uno con peso aproximado de 60 g. Esto constituye una pérdida considerable de material del cuerpo del ave, el cual se estima en 9 veces el peso corporal.

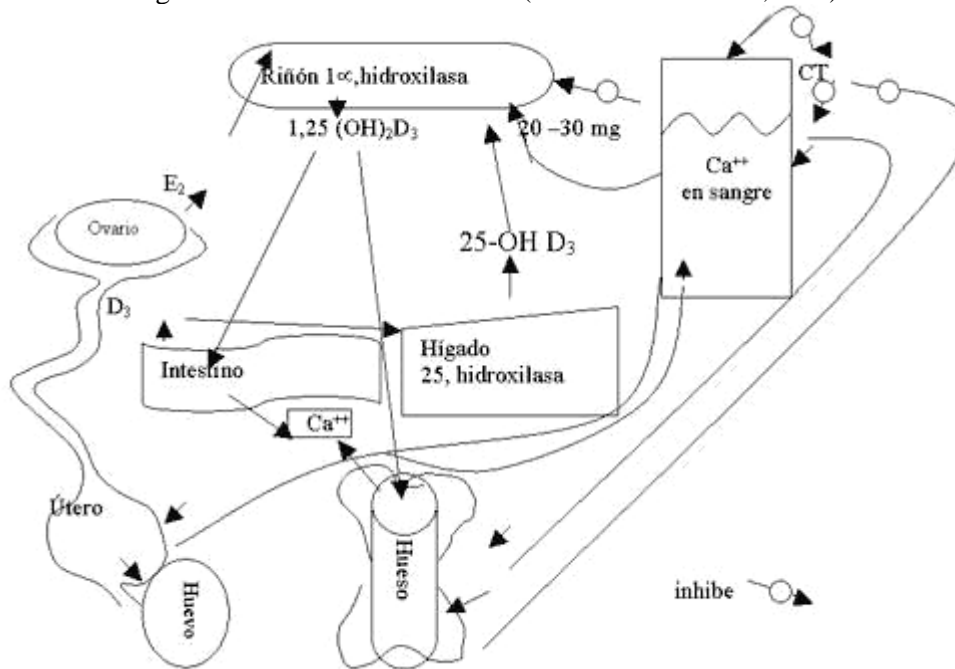
Es importante la deposición de Ca en el cascarón, el cual pesa de 5 a 6 g y contiene cerca de 2 g de Ca y el peso típico de las gallinas es de  $\pm 2$  kg. El esqueleto de las gallinas contiene un total de aproximadamente 20 g de calcio. Consecuentemente, cada huevo contiene cerca del 10% del total del calcio corporal. Si se considera que el ciclo ovulatorio de la gallina de postura es de 25-26 horas, se puede estimar que casi se necesitan por cada gallina 1 g de Ca kg<sup>-1</sup> de peso corporal por día solamente para la formación del cascarón. Los requerimientos de Ca para las gallinas en producción son considerables, por lo que el transporte eficiente de calcio hacia el útero es de enorme importancia. Sin embargo, con cantidades adecuadas de calcio en la dieta, la mayor parte de la demanda se cubre por la absorción del Ca intestinal y en segundo término por la movilización del Ca del hueso.

Se estima que el útero de la gallina demanda Ca a una tasa de 100 a 150 mg h<sup>-1</sup>. A este ritmo, el Ca de la sangre se agotaría en 12 min, si no hay aumento de la absorción del Ca del intestino y la tasa de recambio del hueso. Esto significa que la gallina posee un mecanismo homeostático importante (Figura 1).

La homeostasis del calcio se logra por el equilibrio de la absorción eficiente del Ca intestinal, la excreción renal del calcio y del metabolismo mineral del hueso para llenar las necesidades de este elemento en las aves. Las hormonas principales que controlan este balance son la hormona paratiroidea (PTH), calcitonina, 1,25 dihidroxicolecalciferol [1,25(OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub>] y estrógenos. En gallinas en postura, la demanda de Ca aumenta durante

el período de producción y se cubre por un incremento en la absorción de Ca del intestino y una reducción de la excreción del calcio por el riñón. También se ha reportado que la absorción de Ca en el intestino aumenta en gallinas con dietas bajas en calcio suplementadas con vitamina D3. En condiciones de bajo consumo de calcio, se produce más 1,25(OH)2 D3 por el riñón. El esqueleto también responde a la restricción de Ca aumentando la resorción de este mineral, y el riñón aumenta la reabsorción tubular del calcio.

Figura 1. Homeostasis del calcio (modificado de Soares, 1984).



## COSTOS POR PÉRDIDA DE LA CALIDAD DEL CASCARÓN

Huevos rotos o con fisuras en el cascarón, son responsables de la mayoría de las pérdidas económicas para el productor de huevo. Lo cuantioso de las pérdidas es difícil de estimar debido a que no existe suficiente información publicada. Las fuentes disponibles son diferentes y muchas veces no se pueden comparar debido a la forma a como se toman los datos y por la diversidad de sistemas de producción.

Sin embargo, en la literatura se encuentra cierta información que señalan que de 15, 000 millones de huevos que se producen anualmente en el Reino Unido, 6-7% no son utilizados para comercializarlos debido al daño en el cascarón.

En Alemania se estima que las pérdidas anuales de huevos entre el momento de puesta y la llegada al consumidor es de 8%.

En Estados Unidos de América en 1997 se tenían pérdidas de 6.4%, por mala calidad del cascarón. En 1998 se menciona una pérdida de 250 millones de dólares por año. En Canadá se perdían 10 millones de dólares anuales.

En México no se tienen datos, los daños pueden ser iguales o menores a los mencionados debido a que los procesos de colecta en general son manuales.

Se sugiere que una de las posibles causas del aumento en el huevo roto o huevos con cascarón delgado, asociado con gallinas viejas se debe a la disminución en la actividad renal de la 25(OH) D<sub>3</sub>-1-hidroxilasa. (1a-hidroxilasa). También se cree que algo impide la biosíntesis de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> en las gallinas viejas.

## MÉTODOS PARA MEDIR EL GROSOR DEL CASCARÓN

### 1) Indirectos

Son métodos no destructivos, que permiten muchas medidas y el huevo puede después utilizarse.

#### a - Gravedad específica:

Es de los métodos más usados para estimar el grosor del cascarón debido a que es rápido, práctico y económico.

Puesto que la gravedad específica de un huevo está relacionada con el grosor del cascarón, a medida que la gravedad específica aumenta, indica un mayor grosor del cascarón y fuerza estructural.

#### b - Deformación no destructiva:

Deformación es una propiedad del cascarón para doblarse o desviarse cuando se aplica una fuerza.

## **ESTUDIOS CON CALCIO PARA MEJORAR LOS ASPECTOS PRODUCTIVOS Y CALIDAD DEL CASCARÓN**

Se sabe desde 1920 que la restricción de calcio en la dieta de las gallinas en postura produce una reducción de la producción de huevos y que el cascarón sea más delgado.

Se conoce que una disminución severa en el grosor del cascarón está asociada con la edad de la gallina y que es un problema serio en las ponedoras, lo cual provoca que haya más huevos rotos durante la producción y el procesamiento.

Se han publicado muchos artículos en un esfuerzo para especificar las necesidades de Ca para las gallinas en postura. Sin embargo, a la fecha, la definición de requerimientos de este mineral para las gallinas en postura continua siendo controversial.

Los requerimientos de Ca para gallinas en postura se han incrementado de 1960 a 1977 de 2.25 (NRC 1960) a 3.5% (NRC 1977). Este incremento se debe a la intensa selección genética para máxima eficiencia alimenticia, producción de huevo y calidad del cascarón, que se ha aplicado en gallinas ponedoras.

El gran número de investigaciones relacionadas con el uso del calcio en la alimentación de las gallinas, no sólo como nutrimento sino también como factor que afecta la calidad del cascarón, indica la importancia de este macroelemento en la dieta de las gallinas en postura.

Los resultados obtenidos no son consistentes, debido a muchas variables relacionadas con la utilización del calcio en la nutrición aviar que pueden interferir con las investigaciones y que no permiten establecer modelos comparativos. Tales variables incluyen, edad de las gallinas, condiciones ambientales (temperatura y humedad) durante el experimento, peso y tamaño de las gallinas, nivel de consumo de alimento, tasa de producción, etcétera. Todas estas variables difieren de investigador a investigador y contribuyen significativamente a las recomendaciones que hacen para satisfacer los requerimientos de calcio. Estas variables han afectado las sugerencias del NRC.

Una revisión de lo publicado en 1967-1968 indica que no se encontraron diferencias en el comportamiento de las ponedoras con los niveles de Ca entre 2.5 y 3.5%.

Lee et al. (1967) sugieren 3.0% como el nivel óptimo; Reddy et al. (1968) mencionan que el requerimiento de Ca es mayor de 3.0% en la dieta. Se ha demostrado con Ca radioactivo que de los parámetros medidos, solamente la retención de Ca fue diferente (mayor) para las gallinas que producían cascarones gruesos contra las que producían cascarón delgado. Probablemente las necesidades de calcio para producción de huevo son diferentes a las que se requieren para cascarones gruesos.

Con relación a la temperatura, se ha mencionado que gallinas en postura a temperaturas arriba de 30°C necesitan más de 2.68% (base seca) de Ca en la dieta para una producción de 86% con huevos de buena calidad del cascarón, (0.40 mm de grosor). El peso del huevo no aumentó al incrementarse los niveles de Ca de 2.68 a 3.86%. La conversión alimenticia tiende a disminuir al aumentar el consumo de Ca. También se ha observado aumento en la retención de Ca con niveles bajos de ingestión 66.8 a 63.4% con niveles de calcio en la dieta de 2.68 y 1.86% respectivamente. Es posible que las necesidad de calcio para las gallinas ponedoras actuales, que producen más de 280 huevos por año sea mayor que el nivel recomendado por el NRC (1984).

Es importante mencionar que en la industria avícola utilizan más calcio a medida que las gallinas se hacen más viejas sin una justificación científica de que esto sea de beneficio para mejorar la calidad del cascarón. La razón por la cual la industria avícola hace esto, se debe a la idea de que debido a que por la edad, las necesidades de calcio para la formación del cascarón se incrementan por el aumento del peso del cascaron, lo cual sucede por el aumento del peso del huevo.

Sin embargo, la habilidad de las gallinas de absorber Ca del intestino y movilizar el Ca de los huesos medulares debido a la pérdida de Ca de estos huesos, se reduce con la edad.

A lo largo de los años, las necesidades de Ca de las gallinas son cada vez mayores debido a que actualmente se tienen gallinas altamente productoras de huevo, de menor peso corporal y huevos de mayor peso comparadas con gallinas de hace 30 o 50 años, donde estas eran de mayor peso corporal, producían menor número de huevos y de menor tamaño.

Dado que no existen datos precisos sobre la cantidad de este nutrimento en la dieta que permitan obtener la máxima producción de huevo y calidad del cascarón, las recomendaciones nutritivas de calcio han cambiado con el tiempo, siguiendo los avances genéticos y el consiguiente aumento en la capacidad productiva de las aves. La determinación de las necesidades de Ca se dificulta, no sólo por los factores que afectan a otros minerales (interacción con otros nutrientes, disponibilidad de las distintas fuentes), sino también por la influencia del tamaño de las partículas y por la capacidad de las aves para ajustar su consumo. Las recomendaciones de calcio han cambiado en los últimos años. Así el NRC (1971) indicaba 2.75% valor que se eleva a 3.75 y 3.25% (recomendaciones del NRC 1984 y 1994, respectivamente).

Frost y Roland (1991) evaluaron el efecto de 2.75, 3.75 y 4.25%, e informan que, el mayor consumo de alimento, la mayor gravedad específica y el mayor peso del huevo se registró en el nivel más alto de Ca utilizado;

excepto para la producción de huevo ya que no hubo diferencia ( $P>0.05$ ) entre tratamientos. Clunies et al., (1992) evaluaron tres niveles de Ca, registrando la mayor producción de huevo y el menor consumo de alimento en las aves del tratamiento con menos Ca y el mayor peso del huevo en el tratamiento con más Ca (4.5%).

Keshavarz y Nakajima, (1993) no encontraron diferencias en producción de huevo, consumo de alimento, peso y masa del huevo, gravedad específica y conversión alimenticia, al aumentar el nivel de Ca de 3.5 a 5.5% por etapas o el total del experimento (Cuadro 1). No importa el nivel de calcio en la dieta (3.5 a 5.5 %), hay un aumento en la retención absoluta de Ca al avanzar la edad de las gallinas. También indican que sus resultados no están de acuerdo de que la reducción de la calidad del cascarón con la edad de las gallinas se deba a que disminuye la habilidad de las aves para absorber o retener Ca o utilizar el calcio de los huesos para la formación del cascarón. Parece ser que la reducción en la calidad del cascarón con la edad de las gallinas, se debe al aumento del peso del huevo, el cual a su vez demanda un peso mayor de cascarón sin el aumento proporcional de la habilidad de las gallinas para incrementar la absorción y la utilización del Ca para llenar la demanda para la formación del cascarón. Otros autores han demostrado que el peso del cascarón no disminuye al aumentar la edad de la gallina y que más bien aumenta.

Cuadro 1.- Efecto de los niveles de calcio en gallinas Leghorn de 20 a 64 semanas de edad  
Modificado de Keshavarz y Nakajima, 1993

Niveles de calcio (%)	Producción de huevo (%)	Conversión alimenticia	Peso del huevo (g)	Consumo de alimento (g)	Gravedad específica
3.5	79.9	2.26	58.9	106	1.0788
4.0	80.7	2.28	58.4	107	1.0797
4.5	80.1	2.27	58.8	106	1.0799
5.0	81.1	2.27	58.6	107	1.0800
5.5	80.0	2.28	58.7	106	1.0799

De los resultados obtenidos Keshavarz y Nakajima (1993) mencionan que 3.75 % de Ca es adecuado para la formación del cascarón y que las gallinas en postura pueden tolerar altos niveles de Ca (6 g por gallina por día) sin tener efectos negativos en postura, consumo de alimento, etcétera.

Zapata y Gernat (1995), al comparar 3.0 vs. 3.5 % de Ca en dietas para gallinas de 70 semanas de edad, encontraron que el consumo de alimento, peso del huevo y grosor del cascarón no fueron diferentes ( $P>0.05$ ); sin embargo, la gravedad específica del huevo fue mayor en el tratamiento con 3.5% de Ca. Roland et al (1996) al alimentar gallinas de 21 a 32 semanas con seis niveles de Ca ( 2.5-5% con intervalos de 0.5) encontraron que al aumentar el nivel de calcio en la dieta incrementó linealmente la producción de huevo, el consumo de alimento, y la gravedad específica del huevo. El peso del huevo tuvo una respuesta cuadrática (Cuadro 2).

Cuadro 2. Influencia del nivel de calcio en las variables productivas y la calidad del cascarón en gallinas Leghorn (20-32 semanas de edad).

Niveles de calcio (%)	Producción de huevo (%)	Gravedad específica	Peso del huevo (g)	Consumo de alimento (g)
2.5	*L 74.2	*L 1.0822	*LQ 49.4	*L 80.5
3.0	74.9	1.0839	49.3	80.1
3.5	76.5	1.0860	49.4	81.4
4.0	76.8	1.0874	50.2	81.8
4.5	77.0	1.0880	49.5	82.4
5.0	72.2	1.0885	49.6	83.5
*L = Lineal *LQ = Efecto cuadrático. Roland et al., 1996				

Otro investigador al utilizar 2.8 y 4.37% de Ca en dietas para gallinas de 32 a 44 semanas de edad, encontró que tanto la producción como la gravedad específica del huevo fue mayor en las aves del tratamiento con 4.37% de Ca, mientras que el peso del huevo, consumo de alimento y conversión alimenticia fueron menores. Chandramoni et al., (1998) en un experimento con gallinas White Leghorn, probaron cinco niveles de calcio (26, 29, 32.5, 36 y 39 g kg<sup>-1</sup>) por un período de 120 días, e informaron que el consumo de alimento y peso del huevo no se afectaron con los niveles de calcio; en cambio, la producción de huevo, peso y grosor del cascarón se

mejoraron conforme se incrementó el nivel de calcio en la dieta ( $P < 0.05$ ), obteniéndose la mejor respuesta con el nivel de 39 g kg<sup>-1</sup>.

García et al., (2002), utilizaron gallinas de Hy-Line W-98 de 23 a 38 semanas de edad, para evaluar el efecto de cinco niveles de calcio (2.75, 3.25, 3.75, 4.25 y 4.75 %) en la calidad del cascarón y las variables productivas, observaron que el nivel de calcio no afectó ( $P > 0.05$ ) el grosor del cascarón, el peso individual, ni la gravedad específica; en cambio, el porcentaje de postura, producción de huevo, consumo de alimento y la conversión alimenticia se afectaron ( $P < 0.05$ ); el análisis de regresión lineal mostró que la producción de huevo más alta se logró con 4.25% de calcio, mientras que la mejor conversión alimenticia con 4.56 %.

Castillo (2002) evaluó cinco niveles de calcio (2.96, 3.22, 3.83, 4.31 y 4.82%) en tres etapas (23 a 38, 39 a 54 y 55 a 70 semanas de edad en gallinas Hy-Line W-98, no hubo interacción entre el nivel de calcio y etapa experimental, pero los efectos principales mostraron que hubo diferencia ( $P < 0.05$ ) en consumo de alimento y gravedad específica; la etapa experimental afectó ( $P < 0.05$ ) el número de huevos, producción, conversión alimenticia, peso del huevo, gravedad específica y grosor del cascarón; los resultados de este estudio indican que no hubo diferencias entre el nivel más bajo (2.96 %) y el más alto (4.82 %) de calcio debido a un efecto no lineal en las respuestas de las variables, la edad de las gallinas afectó el comportamiento productivo y la calidad del cascarón al final de la postura (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto del nivel de calcio en la dieta de gallinas Leghorn Hy-line W-98 de 23 a 70 semanas de edad

Variable	Nivel de calcio (%)				
	2.96	3.22	3.83	4.31	4.82
Número de huevos (huevos ave-1 día-1)	0.82	0.82	0.84	0.84	0.84
Consumo de alimento (g)	113ab	114a	111b	113ab	111b
Peso del huevo (g)	65.8	66.0	65.6	66.3	65.8
Gravedad específica	1.080c	1.080c	1.082ab	1.083a	1.083a
Medias con la misma letra por fila no son diferentes ( $P > 0.05$ ) Castillo, 2002					

## EXPERIMENTOS CON GALLINAS DE SEGUNDO CICLO

Por lo que respecta a gallinas pelechadas hay muy poca información de las necesidades de calcio y en México existen cerca de 20 millones de gallinas en segundo ciclo de postura, así que se presentan algunos datos de experimentos recientes de los requerimientos de calcio.

Cuadro 4. Comportamiento productivo de gallinas Lohman con diferentes niveles de calcio y a diferentes edades.

Nivel de calcio (%)	Consumo de alimento (g día-1)	Producción de huevo (gallina día-1)	Peso del huevo (g)	Peso del cascarón (g)	Grosor del cascarón (mg cm-2)
401 a 456 días de edad					
3.5	103	0.91	67a	5.83	75.9b
4.8	104	0.93	65b	5.87	77.3 <sup>a</sup>
462 a 543 días de edad					
2.4	116	0.79b	70	5.64c	71.2c
3.6	117	0.85a	69	5.96b	75.4b
4.9	118	0.86a	69	6.12a	77.4 <sup>a</sup>
565 a 648 días de edad					
4.0	126	0.86	72	6.13b	76.0b
5.0	127	0.88	72	6.30a	78.2a
Medias con la misma letra por columna dentro de cada sección no son diferentes ( $P > 0.05$ ) Modificado de Bar et al., 2002.					

Bar et al., (2002) llevaron a cabo tres experimentos con gallinas de segundo ciclo de postura, de 401 a 650 días de edad, de la línea Lohman, utilizaron dietas con diferentes niveles de calcio (25 a 50 g kg<sup>-1</sup> de Ca), proporcionados a diferentes edades; los resultados sugieren que los requerimientos de calcio para la calidad de cascarón en gallinas adultas (Cuadro 4) fue mayor que 3.25% recomendado por el NRC (1994).

Hernández (2003) realizó un experimento con gallinas de segundo ciclo de postura (79 semanas de edad) para evaluar cinco niveles de calcio 2.75, 3.25, 3.75, 4.25 y 4.75% en tres períodos de postura. Las variables que evaluó fueron producción de huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia, gravedad específica, peso del huevo y grosor del cascarón.

Los resultados indicaron que el nivel de calcio en la dieta afectó ( $P < 0.05$ ) el peso del huevo, (70.6ab, 71.0a, 69.6b, 69.8ab y 70.3ab) grosor del cascarón, (0.346b, 0.356ab, 0.353ab, 3.52ab, y 0.359a) pero no la producción de huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia y gravedad específica. A medida que la edad de las gallinas aumenta, el consumo de alimento, (116a, 114a y 110b) producción de huevo, (49.2a, 50.6a y 45.6b) conversión alimenticia (2.7a, 2.3b y 2.5b) y gravedad específica del huevo y el grosor del cascarón disminuye (0.367a, 0.353b y 0.339c), pero no el peso del huevo.

## CONCLUSIONES

Se puede concluir que a pesar de la información existente, no se puede dar una sugerencia precisa sobre las necesidades de calcio para gallinas en postura, sino que es necesario tomar en cuenta varios factores como la estirpe, producción de huevo, calidad del cascarón, temperatura ambiental, entre otros.

Además es conveniente estudiar las interacciones entre calcio y fósforo, y calcio y energía, ya que esto puede afectar las recomendaciones de las necesidades de calcio.

Se puede concluir que las gallinas ponedoras toleran altas cantidades de calcio en la dieta.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Anderson, C.B. and T.C. Carter. 1976. The hen's egg: shell cracking at impact on a heavy, stiff body and factors that affect it. *Br. Poult. Sci.* 17:613-626.
- 2.- 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.
- 3.- Bolden, S. L., and L. S. Jensen. 1985. Effect of dietary calcium level and ingredients composition on plasma calcium and shell quality in laying hens. *Poult. Sci.* 64: 1499 – 1505
- 4.- Castillo, B. C. 2002. Nivel óptimo biológico y económico de calcio en gallinas Leghorn blancas en postura. Tesis de Maestría en Ciencias. Programa en Ganadería. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 81 p.
- 5.- Chandramoni, S. B. , S. B. Jadhao and R. P. Sinha. 1998. Effect of dietary calcium and phosphorus concentrations on retention of these nutrients by caged layers. 1998. *Br. Poult. Sci.* 39: 541- 548.
- 6.- Clunies, M.S. Leeson and D. Parks 1992. Calcium and phosphorus metabolism and eggshell formation of hens fed different amounts of calcium. *Poult. Sci.* 71:482-489.
- 7.- Elaroussi, M. A., L. R. Forte, S.L. Eber, and H. V. Biellier. 1994. Calcium homeostasis in the laying hen. 1. Age and dietary calcium effects. *Poult. Sci.* 73:1581-1589.
- 8.- Frost, T. J., and D.A. Roland. 1991. The influence of various calcium and phosphorus levels on tibia strength and eggshell quality of pullets during peak production. *Poult. Sci.* 70:963-969.
- 9.- García, H. M. E y G. M. M. Cruz. 2002. Comportamiento productivo y calidad del cascarón de gallinas alimentadas con diferentes niveles de calcio en la dieta. Tesis de licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México. 60 p.
- 10.- Gómez, B. J. 2000. Formación del cascarón de huevo: implicaciones y alternativas para mejorarla. *Tecnología Avípecuaria en Latinoamérica.* Año 12(144) 36-38.
- 11.- Hamilton, R. M. G., K. G. Hollands, P. W. Voisey and A. A. grunder. 1979. Relationship between egg shell quality and shell breakage and factors that affect shell breakage in the field- a review. *World's Poult. Sci. J.* 35 (3): 177 – 190.
- 12.- Hamilton, R. M. G., 1982. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. *Poult. Sci.* 61: 2022-2039.
- 13.- Keshavarz, K., and S. Nakajima, 1993. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and egg shell quality. *Poult. Sci.* 72: 144-153.
- 14.- Keshavarz, K. 1996. The effect of different levels of vitamin C and colecalciferol with adequate or marginal levels of dietary calcium on performance and eggshell quality of laying hens. *Poult. Sci.* 75:1227-1235.
- 15.- Lee, Y.S., D. Kubosa and H. Murrimoto. 1967. Studies on the phosphorus and calcium metabolism of laying hens. 1. *Jap. J. Zotech. Sci.* 38:305-311.
- 16.- National Research Council, 1960 and 1970. Nutrient requirements of poultry. National Academy Press, Washington, DC.
- 17.- National Research Council. 1984. Nutrient requirements of poultry 8th ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- 18.- National Research Council. 1994. Nutrient requirements of poultry. 9th ed. National Academy Press, Washington, DC.
- 19.- North, M. O y D. D. Bell. 1993. Manual de producción avícola. Tercera edición. Manual moderno. 829 p.
- 20.- Ousterhout, Z. E., 1980. Effect of calcium and phosphorus levels on egg weight and eggshell quality in laying hens. *Poult. Sci.* 59:1480-1484.
- 21.- Parsons, A. H. 1982. Structure of the eggshell. *Poult. Sci.* 61:2013-2021.

- 22.- Petersen, C. F. 1965. Factors influencing egg shell quality –a review. *World's Poult. Sci. J.* 21: 110 – 138.
  - 23.- Reddy , C.V., P.E. Sanford and R.E. Clegg, 1968. Influence of calcium in laying rations on shell quality and interior quality of eggs. *Poult Sci.* 47:1077-1083.
  - 24.- Roland D. A. Sr. Sloan and R. H. Harms. 1973. Calcium metabolism in the laying hen. 4. The calcium status of the hen at night. *Poult. Sci.* 52:351-354.
  - 25.- Roland, D. A. Sr., 1986. Egg shell quality. III: calcium and phosphorus requirement of commercial leghorns. *World`s Poult. Sci. J.* 42:154-165.
  - 26.- Roland , D.A.,Sr M. M.Bryant, and H.W. Rabon. !996. Influence of calcium and enviromental temperature on performance of first-cicle (phase 1) comercial leghorns. *Poult. Sci.*75:62-68.
  - 27.- Soares, J. H. Jr. 1984. Calcium metabolism and its control-a review. *Poult Sci.* 63:2075-2083.
  - 28.- Tortuero, F., and C. Centeno 1973. Studies of the use carbonate in the feeding of laying hens during summer months. *Poult. Sci.* 52:866-872.
- Unión Nacional de Avicultores. 2002. Compendio de indicadores económicos del sector avícola 2001 – 2002.
- 29.- Washburn, K. W. 1982. Incidence, cause and prevention of eggshell breakage in commercial production. *Poult. Sci.* 61:2005-2012.
  - 30.- Zapata L.F., and A.G. Gernat 1995. The effect of four levels of ascorbic acid and two levels of calcium on esgshell quality of forced –molted white leghorn hens. *Poult. Sci.* 74: 1049-1052.

[Volver a: Otras producciones](#) > [Producción Avícola](#)