

# La alimentación cálcica de las gallinas ponedoras

Ismael Ovejero Rubio. Vicente Gimeno Vinatea

Departamento de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid

**E**l calcio es, cuantitativamente, el macromineral más importante en la alimentación de las gallinas ponedoras. No en vano la parte mineral de la cáscara del huevo representa, aproximadamente, el 95% del total, y está formada, esencialmente, por carbonato cálcico (98% del contenido mineral de la cáscara). Esto hace que el calcio suponga algo más del 37% del peso total de la cáscara (Sauveur, 1988), y que sea el factor nutritivo más importante de los que afectan a la calidad de la misma.

Si tenemos en cuenta que, en la actualidad, alrededor del 7% de los huevos son descalificados en las plantas de clasificación y que, de éstos, más del 90% presentan problemas de cáscara (Belyavin y col., 1987), resulta evidente la trascendencia económica de la alimentación cálcica de las ponedoras.

En las líneas que siguen, repasamos, sucesivamente, los aspectos más destacables relativos a dicha alimentación cálcica: necesidades, forma y cronología del aporte, y suministro en la fase de prepuesta.

## NECESIDADES DE CALCIO

Resulta difícil establecer con exactitud las necesidades de calcio (Ca) de las ponedoras, pues distintos factores influyen sobre las mismas (estirpe de las aves, interrelación con otros nutrientes —sobre todo, con el fósforo y con la vitamina D<sub>3</sub>—, interrelación entre solubilidad de la fuente de Ca y disponibilidad del Ca, etc.). Lo que sí está claro es que dichas necesidades han aumentado con el paso de los años, a la vez que ha sido continuamente mejorada la capacidad productiva de las gallinas. Esto queda reflejado en las recomendaciones del National Research Council (NRC) en sus



Las necesidades de calcio de las ponedoras han aumentado con el paso de los años.

sucesivas ediciones: por ejemplo, este organismo recomendaba un nivel de Ca en la dieta del 2,75% en 1971 y del 3,40% en 1984 (NRC, 1971, 1984).

Durante el período productivo, la primera consecuencia derivada del insuficiente consumo de Ca es el empeoramiento de la calidad de la cáscara del huevo. Seguidamente, se produce un descenso de la intensidad de puesta: Gilbert y col. (1981) señalan que el principal mecanismo para controlar la «exportación» de Ca por las ponedoras es la regulación del número de huevos producidos, esto es, del número de ovulaciones.

Roland y col. (1985), utilizando dietas con 1,7; 2,3; 2,9; 3,5 y 4,1% de Ca durante 16 semanas en aves que, inicialmente, llevaban 5 meses de puesta, y dietas con 1,5; 1,75; 2,25 y 3,75% de Ca durante 8 semanas en aves que, al inicio del experimento, llevaban 3 meses produciendo, observaron que el peso de la cáscara y el peso específico de los huevos estaban directamente relacionados con el Ca de la dieta, existiendo un efecto lineal significativo del nivel de Ca sobre las características de la cáscara indicadas. Narbaitz y col. (1987) observaron una brusca reduc-

ción del espesor de cáscara tras alimentar a las aves durante una semana con dietas carentes de Ca suplementario.

Hay diversos estudios que demuestran que cuando el nivel de Ca en el pienso supera un cierto valor (alrededor del 3,5%) no se obtienen respuestas positivas de la calidad de la cáscara. A esta conclusión llegaron Gilbert y col. (1981) comparando niveles de Ca del 3,68 y del 3,09% durante la primera fase de producción de las aves (24-35 semanas de edad), y Keshavarz (1986), que no encontró diferencias significativas en el espesor de cáscara ni en su resistencia a la rotura con el suministro de dietas conteniendo 3,5; 4,5 ó 5,5% de Ca a ponedoras durante 16 semanas, en la última fase productiva (56-72 semanas de edad). Sin embargo, Gleaves y col. (1977) observaron incrementos significativos de la resistencia a la rotura de la cáscara al aumentar el nivel de Ca en la dieta del 3 al 4,5%. Estos autores utilizaron aves con 31 semanas de edad y el experimento duró 20 semanas.

Hurwitz (1987) sugirió la siguiente ecuación para determinar las necesidades de Ca de las ponedoras:

# MODELO DE EXPLOTACION

## AGROGAN

FERIA INTERNACIONAL DE LA AGRICULTURA Y GANADERIA



92

Sevilla, del 11 al 14 de Noviembre

ICEX

INSTITUTO ESPAÑOL DE COMERCIO EXTERNO

Transportistas Oficiales

IBERIA

LIÑAS AEREAS DE ESPAÑA

RENFE

MÚOVETE EN TREN DE VIDA

DE EXPOSICIONES Y CONGRESOS

Departado de Correos 4016

Teléfono: 4675140 - 41080 Sevilla.



$$Ca_{\text{pienso}} = \frac{\frac{Ca_{\text{cáscara}}}{17} \cdot 1.000}{0,75 \cdot \frac{I_{\text{pienso}}}{24}}$$

donde:

- Ca<sub>pienso</sub> = Ca en la dieta, en g/kg.
- Ca<sub>cáscara</sub> = Contenido en Ca de la cáscara, en g.
- I<sub>pienso</sub> = Ingestión de pienso, en g/día.

Para esta ecuación, se asume que todo el Ca transferido a la cáscara ha de ser proporcionado por el alimento, que la absorción del Ca durante la formación de la cáscara es del 75%, y que el depósito horario de Ca es de 0,130 g.

En cuanto a la repercusión del nivel cálcico de la dieta sobre las variables productivas de las gallinas, existe cierta controversia. En el **cuadro I** se reflejan algunos de los trabajos recientes más interesantes al respecto.

La relación entre consumo y nivel de Ca en la dieta es compleja. Al aumentar dicho nivel, en ocasiones el

consumo aumenta y en otras se reduce. La explicación de estos comportamientos opuestos puede estar, por un lado, en que el Ca del alimento reduce la densidad energética de la dieta y la gallina consume para cubrir sus necesidades de energía, y, por otro, en que la palatabilidad del alimento disminuye con niveles excesivos de Ca. Además, si el nivel de Ca es deficitario, pero no lo suficiente como para reducir de manera importante la producción, las aves pueden tener un sobreconsumo energético para obtener más Ca.

Roland (1986a) sugiere que, aunque pueda existir un efecto negativo de los niveles excesivos de Ca, la mayoría de los efectos adversos apreciados en distintos trabajos se debieron a alguno de los siguientes factores:

- Presencia de altos niveles de otros minerales (magnesio, por ejemplo) en la fuente de CaCO<sub>3</sub> utilizada.
- Utilización de CaCO<sub>3</sub> en forma pulverulenta en lugar de suminis-

trarlo en partículas grandes: la forma pulverulenta disminuye la palatabilidad del alimento y, por tanto, pudo influir negativamente sobre el consumo.

- Interpretación incorrecta de los resultados en los estudios que concluyen que los niveles altos de Ca reducen el consumo: la conclusión correcta hubiera sido que el consumo aumentó cuando el nivel de Ca en la dieta era bajo.

Por otra parte, la edad parece ser un factor que tener en cuenta cara a la influencia del nivel de Ca en el pienso sobre los resultados productivos de las ponedoras. Así, Keshavarz (1986) señala que las gallinas viejas pueden ser más susceptibles a los efectos de los altos niveles cálcicos que las aves más jóvenes.

A modo de conclusión de lo comentado hasta aquí, y como recomendación práctica para asegurar la buena calidad de la cáscara del huevo, en el **cuadro II** se indican los aportes de Ca aconsejados por Roland (1986a).

<b>Cuadro I</b>		
<b>Alimentación cálcica y rendimientos productivos de las ponedoras</b>		
<b>Autores</b>	<b>Condiciones experimentales</b>	<b>Resultados</b>
Miller y Sunde (1975)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duración de la prueba: de 20/24 semanas a 68 semanas de edad.</li> <li>• Niveles de Ca: 1,5-2,3-3,0-4,5%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El consumo tiende a aumentar al incrementarse el nivel de Ca.</li> <li>• Con 1,5% Ca, las aves producen significativamente menos (en 2 de los 4 experimentos) que con los otros niveles de Ca.</li> <li>• Con 4,5 o 3,0% Ca, el índice de conversión mejora significativamente comparado con el obtenido con 1,5% Ca.</li> <li>• El peso del huevo se reduce significativamente con 1,5% Ca, comparado con el obtenido con 4,5% Ca.</li> </ul>
Damrom y Harms (1980)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duración de la prueba: 280 días, a partir de 24 semanas de edad.</li> <li>• Niveles de Ca: 2,25-3,5-6,0%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El consumo se reduce significativamente al aumentar el nivel de Ca.</li> <li>• Con 3,5% Ca, el índice de conversión es significativamente mejor que con 2,25% Ca.</li> <li>• Diferencia significativa de la intensidad de puesta a favor del 3,5% Ca frente al 2,25% y el 6% Ca.</li> </ul>
Hamilton y Cipera (1981)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duración de la prueba: 1 a 354 días de edad.</li> <li>• Niveles de Ca: — días 1 a 143: 0,51-0,78%.</li> <li>— días 144 a 354: 2,20-3,20%.</li> </ul> <p>(Las aves que en puesta recibían 2,2% Ca, en crianza habían recibido 0,51% Ca)</p>	La intensidad de puesta, el consumo y la eficacia alimenticia se reducen significativamente y la mortalidad aumenta, también significativamente, en las aves alimentadas con 2,2% Ca entre 144 y 242 días o entre 144 y 340 días, frente a las alimentadas con 3,2% Ca.
Atteh y Leeson (1983)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duración: 7 semanas, tras 28 semanas de producción.</li> <li>• Niveles de Ca: 3,0-4,2%.</li> </ul>	El nivel de Ca en la dieta no presenta efectos significativos sobre el consumo, la producción de huevos o el peso del huevo.
Keshavarz (1986)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duración: 20 semanas, con aves de 42 semanas al inicio de la prueba.</li> <li>• Niveles de Ca: 3,5-4,5-5,5-6,5%.</li> </ul>	Ni el consumo ni la producción de huevos ni el peso del huevo se ven afectados significativamente por el nivel de Ca.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duración: 16 semanas, con aves de 56 semanas al inicio de la prueba.</li> <li>• Niveles de Ca: 3,5-4,5-5,5%.</li> </ul>	Sin efectos significativos del nivel de Ca sobre la producción de huevos, el peso del huevo y el consumo.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duración: 16 semanas, con aves de 80 semanas al inicio de la prueba.</li> <li>• Niveles de Ca: 3,5-5,0-6,5%.</li> </ul>	Con 6,5% Ca, la producción de huevos y el peso del huevo son significativamente menores que con los niveles inferiores de Ca.
Sell y col. (1987)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duración: desde 23 a 71 semanas de edad.</li> <li>• Niveles de Ca: 3,3-4,0%.</li> </ul>	Con el 3,3% Ca, el consumo es significativamente mayor que con el 4,0% Ca.

Como puede observarse en dicho cuadro, la ingestión de Ca recomendada aumenta con la edad de las gallinas. Esto no debe hacernos pensar que aumentan las necesidades medias del lote de ponedoras: por el contrario, disminuyen tras alcanzar el máximo en el tercer mes de puesta, aproximadamente. La evolución de las recomendaciones, sin embargo, es lógica (véase el **cuadro III**): se trata de asegurar a toda gallina que forma una cáscara el aporte suficiente de Ca en el momento que lo precisa, y:

- La cantidad de Ca depositada en la cáscara aumenta ligeramente a medida que lo hace el tamaño del huevo, esto es, con la edad del ave.
- La capacidad de las gallinas para almacenar Ca (hueso medular) destinado a futuras cáscaras es escasa (Lennards y Roland, 1981); además, se desconoce el rendimiento de la movilización del Ca medular y la calidad de la cáscara empeora el incrementarse la participación del Ca de procedencia ósea en su formación.

**FORMA DE APORTE DEL CALCIO**

Las dos fuentes de Ca más comunes en la alimentación de las ponedoras son la piedra caliza y la conchilla de ostras; en ambas, el Ca se encuentra en forma de carbonato.

Desde la tercera década de este siglo, son frecuentes los estudios que comparan estas fuentes de Ca así como los tamaños de partícula de las mismas. A continuación, reflejamos algunos de los trabajos más recientes.

March y Amin (1981) encontraron que el peso de la cáscara por unidad de superficie era mayor en los huevos puestos por las aves que consumían conchilla de ostras que en los de las que consumían caliza. El estudio de estos autores duró 20 semanas y se inició cuando las ponedoras tenían 64 semanas de edad. Brister y col. (1981), con aves jóvenes, concluyeron que el Ca de la conchilla de ostras está más disponible para la formación de la cáscara que el que se encuentra en la caliza. Watkins y col. (1977), en cambio, observaron que la fuente de calcio no afectaba significativamente a la

resistencia de la cáscara. Roland (1986b), tras una amplia revisión bibliográfica, opina también que no existen diferencias en cuanto a calidad de cáscara cuando se utiliza conchilla de ostras o caliza de buena calidad.

Existe más unanimidad en lo que se refiere al tamaño de partícula de la fuente de Ca. Kuhl y col. (1977), en un primer experimento de 48 semanas (iniciado con aves de 22 semanas), observaron una clara tendencia a mejorar la calidad de la cáscara (resistencia, peso específico) cuando se utilizaba caliza en partículas grandes en lugar de caliza más fina. En un segundo experimento (de 52 semanas, comenzado cuando las ponedoras contaban con 24 semanas), estos autores hallaron una mejora significativa de la resistencia a la rotura de la cáscara si se empleaba caliza en partículas gruesas exclusivamente en vez de aportar 1/4 del Ca en forma de caliza molida. Watkins y col. (1977), en un estudio de 8 semanas con gallinas viejas (9 meses en producción), encontraron que la resistencia de la cáscara mejoraba significativamente al sustituir 2/3 de la fuente de Ca molida por la misma fuente en partículas de mayor tamaño. Hamilton y col. (1985) observaron, a lo largo de todo el período de puesta (51 semanas), una mejora significativa del peso específico de los huevos cuando se reemplazaba el 28% de la caliza pulverizada utilizada como fuente de Ca por caliza granulada. Cheng y Coon (1990) utilizaron caliza de diversos tamaños de partícula (diámetros comprendidos entre 0,15 y 3,36 mm) en ponedoras de 9 meses de edad durante 6 semanas y observaron que el peso de la cáscara, el peso específico del huevo, el espesor de cáscara

y su peso por unidad de superficie mejoraban significativamente al aumentar el tamaño de partícula. Estos autores indican, también, que es preferible elegir la caliza por su solubilidad (que aumenta al reducirse el diámetro de las partículas) en lugar de por su tamaño, pues, generalmente, calizas de calibres similares pueden contener porcentajes diferentes de partículas de diversos tamaños. Por su parte, Rao y Roland (1990), suministrando caliza de dos tamaños de partículas (0,5-0,8 mm frente a 2-5 mm) pero de igual solubilidad *in vitro* no observaron diferencias para el Ca retenido en función de dicha solubilidad. Guinotte y Nys (1991), en un trabajo realizado con ponedoras semipesadas, señalan la existencia de una interacción significativa fuente de calcio x tamaño de partícula para la calidad de la cáscara: su resistencia a la rotura fue mayor en los huevos de las aves alimentadas con dietas que contenían conchas marinas molidas o caliza en partículas grandes que en los huevos de las gallinas a las que se suministró caliza molida.

No queremos dejar de reseñar otros trabajos que no están de acuerdo con los hasta ahora señalados: Muir y col. (1975) y Roland (1981) concluyen que el tamaño de partícula no tiene efecto sobre la calidad de la cáscara si la dieta contiene suficiente Ca para permitir a las ponedoras consumir un mínimo de 3,75 g de Ca/día (aves jóvenes) o 4,75 g de Ca/día (aves viejas). Tal vez, los resultados contradictorios sean debidos a diferencias en las características (solubilidad) de las fuentes de calcio utilizadas en los distintos estudios.

Su mayor permanencia en la molleja y la posibilidad de que el ave las

Cuadro II	
Recomendaciones de aportes de calcio para ponedoras Leghorn <sup>a</sup> (Roland, 1986a)	
Semanas de edad	Calcio
19 - 28 <sup>b</sup>	3,75%
29 - 36	3,75 g/gallina/día
37 - 52	4,00 g/gallina/día
≥ 53	4,25 g/gallina/día

<sup>a</sup> Si, en el caso de ponedoras más viejas, las cáscaras son anormalmente finas, se debe aumentar la ingestión de calcio por encima de lo indicado hasta un máximo de 4,75 g/gallina/día, y/o suministrar parte del Ca en forma de partículas grandes de CaCO<sub>3</sub>.

<sup>b</sup> Se suministra una dieta con el 3,75% de Ca, desde una semana antes del inicio de la puesta hasta el pico de producción: en la mayoría de los casos, desde las 19 hasta las 28 semanas de edad, aproximadamente.

reconozca entre los otros constituyentes de la ración, de modo que la gallina pueda satisfacer su apetito específico por el Ca, antes de y al comienzo de la formación de la cáscara, justifica el empleo de partículas grandes de carbonato cálcico, si bien una parte del Ca debe suministrarse en forma fina para que las ponedoras se vean obligadas a ingerir Ca los días que no forman cáscara y puedan, así, reconstruir sus reservas (Sauveur, 1988). Por ello, nos parece aconsejable seguir la recomendación de Roland (1986b): emplear entre 1/3 y 2/3 del total de carbonato cálcico aportado en partículas de gran tamaño.

**CRONOLOGIA DEL APORTE DE CALCIO**

El correcto suministro de Ca a las ponedoras supone que:

- Se aporta la cantidad apropiada de Ca en el alimento.

- La gallina cuenta con Ca disponible para la formación de la cáscara cuando lo precisa.

En condiciones normales de explotación (programa de iluminación convencional o intermitente asimétrico), las primeras etapas de calcificación de la cáscara coinciden, generalmente, con el comienzo del período sin luz; esto es, el ave precisa más Ca disponible durante las horas en que no ingiere pienso. Además, las gallinas muestran un apetito específico por el Ca justo antes y al inicio de la formación de la cáscara.

El momento de la ingestión del Ca es, pues, importante para la calcificación de la cáscara del huevo. Lennards y Roland (1981) observaron que las ponedoras que no recibían Ca por la tarde eran incapaces de mantener la calidad de cáscara al mismo nivel que las que sí lo consumían. Farmer y col. (1986) concluyen que las gallinas utilizan, para la formación de la cáscara, más calcio procedente del consumido por la tarde que del ingerido por la

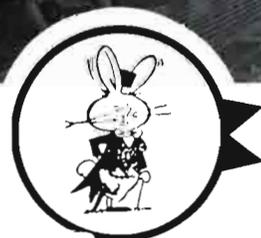
mañana, siendo significativas las diferencias.

Por tanto, para lograr una buena calidad de cáscara, además de la forma de presentación de la fuente de Ca y de la cantidad aportada, es fundamental que las ponedoras tengan un consumo importante de Ca durante la tarde: de esta manera, las aves podrán almacenar suficientes cantidades de alimento (y de Ca) en su buche, para liberarlas a lo largo de la noche. Deben hacerse, consecuentemente, repartos de pienso en las horas previas al apagado de la luz.

Por la misma razón, cuando sea conveniente suministrar Ca adicional, en partículas grandes, además del aportado por el pienso (caso de problemas de calidad de cáscara en aves viejas o en aves que inician la puesta y reciben un pienso pobre en Ca), dicho suministro ha de efectuarse por la tarde. Asimismo, este aporte adicional debe ser diario: ya hemos señalado la escasa capacidad de las gallinas para almacenar Ca destinado a la formación de futuras cáscaras.

*Nuevas instalaciones cuniculas*

**SOLICITE INFORMACION**



**Masalles**

Balmes, 25 - Apartado de Correos, 63  
Tel. (93) 580 41 93\* - Fax (93) 691 97 55  
08291 RIPOLLET (Barcelona)



**Meneghin**

# *enernúcleos*

## TECNOLOGIA BY-PASS

### A SU SERVICIO

# 4

PROTEINAS BY-PASS

VITAMINAS BY-PASS

GRASA BY-PASS

BUFFER

# en

# 1

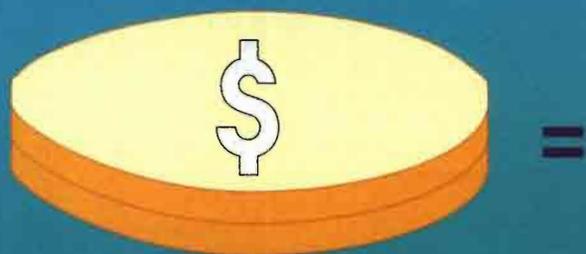
**ENERMIX**  
**ENERLAC**  
**ENERCOR**  
**ENEROVE**

**TERNEROS**

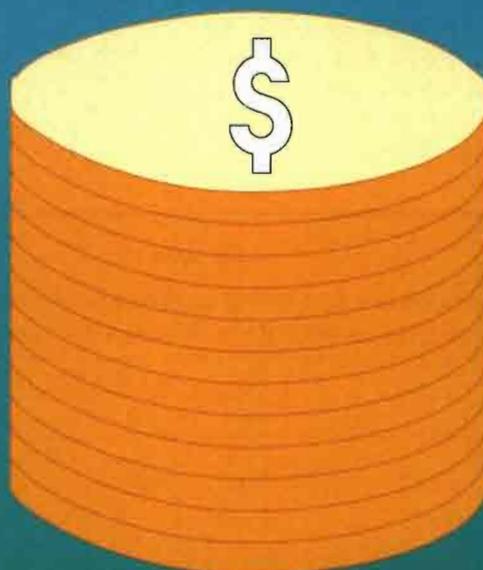
**VACAS**

**CORDEROS**

**OVEJAS**



=



# ?

Vd. decide

 **Relasa**  
REENGRASADOS Y LACTEOS

Fábrica y Oficinas:

Estación Seseña - 45224 - Seseña (Toledo) ESPAÑA

Tfno.: (34) (1) 893 63 05 - Fax: 893 63 61 - Télex: 46892

**APORTE DE CALCIO DURANTE EL PERIODO DE PREPUERTA**

10-20 días antes del inicio de la puesta, comienza la formación del hueso medular como consecuencia del aumento de los niveles plasmáticos de estrógenos y de testosterona. Dado que, durante el período inicial de producción de huevos, los mecanismos de absorción no están completamente desarrollados y que, por tanto, las gallinas se encuentran en un balance de Ca negativo, es de crucial importancia asegurar la presencia de reservas adecuadas de Ca en el hueso medular para mantener la producción de huevos y una buena calidad de cáscara y para prevenir el síndrome de fatiga de las ponedoras en jaulas.

Este objetivo (reservas óptimas de Ca a la madurez sexual) no puede lograrse si, como es tradicional, se mantiene la alimentación de las pollitas con un pienso bajo en Ca (alrededor del 1%) hasta que alcanzan el 5% de puesta.

Además, las aves que, ya iniciada su producción, reciben una dieta deficiente en Ca, muestran un sobreconsumo de alimento para intentar cubrir sus necesidades cálcicas, lo que, aparte del incremento de costes de producción, puede originar un excesivo engrosamiento de las gallinas y un incremento de los depósitos grasos en el hígado, sin que haya efecto positivo alguno sobre la producción, el tamaño del huevo o la calidad de la cáscara (Roland y col., 1985). Asimismo, puede continuar el sobreconsumo de estas aves incluso después de cambiar al pienso de puesta (Roland, 1987).

Por todo ello, es recomendable suministrar a las pollitas un pienso con alto contenido en Ca ( $\geq 3,5\%$ ) desde 1-3 semanas antes de alcanzar la madurez sexual, esto es, en condiciones habituales, a partir de las 17-20 semanas de edad, según estirpes (véase el cuadro II).

Algunos avicultores, no obstante, muestran prevención a seguir esta recomendación, por temor a posibles daños renales de las aves. Hay que señalar, sin embargo, que los trabajos en que se indica la presencia de dichas lesiones corresponden a casos en que las pollitas recibían dietas con alto contenido en Ca (y bajo en fósforo disponible) desde muy tempranas edades y durante períodos prolongados (8-22 semanas de edad: Shane y col., 1969; 8-18 semanas de edad: Wideman y col., 1985; 5-17 semanas de edad: Wideman y col., 1989). Por el contrario, cuando el aporte de pienso con elevado nivel de Ca se inicia a las 14, 15, 16, 17 ó 18 semanas de edad, no se producen incrementos de la mortalidad por problemas renales ni efectos adversos sobre los rendimientos productivos durante el período de puesta (Keshavarz, 1987).

**BIBLIOGRAFIA**

ATTEH, J.O. y LEESON, S. 1983. Poultry Sci. 62: 1261-1268.  
 BELYAVIN, C.G.; BOORMAN, K.N. y VOLYNCHOOK, J. 1987. Egg quality in individual birds. Pág. 105-121 en: Egg quality - current problems and recent advances. Wells, R.G. y Belyavin, C.G., ed. Butterworths, Londres.  
 BRISTER, R.D. JR.; LINTON, S.S. y CREGER, C.R. 1981. Poultry Sci. 60: 2648- 2654.

CHENG, T.K. y COON, C.N. 1990. Poultry Sci. 69: 2214-2219.  
 DAMRON, B.L. y HARMS, R.H. 1980. Poultry Sci. 59: 82- 85.  
 FARMER, M.; ROLAND, D.A. SR. y CLARK, A.J. 1986. Poultry Sci. 65: 555-58.  
 GILBERT, A.B.; PEDDIE, J.; MITCHELL, G.G. y TEAGUE, P. W. 1981. Br. Poult. Sci. 22: 537-548.  
 GLEAVES, E.W.; MATHER, F.B. y AHMAD, M.M. 1977. Poultry Sci. 56:402-406.  
 GUINOTTE, F. y NYS, Y. 1991. Poultry, Sci. 70: 583- 592.  
 HAMILTON, R.M.G. y CIPERA, J.D. 1981. Poultry Sci. 60: 349-357.  
 HAMILTON, R.M.G.; FAIRFULL, R.W. y GOWE, R.S. 1985. Poultry Sci. 64: 1750-1762.  
 HURWITZ, S. 1987. Effect of nutrition on egg quality. Pág. 235-254 en: Egg quality - current problems and recent advances. Wells, R.G. y Belyavin, C.G., ed. Butterworths, Londres.  
 KESHAVARZ, K. 1986. Poultry Sci. 65: 114-121.  
 KESHAVARZ, K. 1987. Poultry Sci. 66: 1576-1582.  
 KUHL, H. J. JR.; HOLDER, D.P. y SULLIVAN, T.W. 1977. Poultry Sci. 56: 605-611.  
 LENNARDS, R.M. y ROLAND, D.A. SR. 1981. Poultry Sci. 60: 2106-2113.  
 MARCH, B.E. y AMIN, M. 1981. Poultry Sci. 60: 591-597.  
 MILLER, P.C. y SUNDE, M.L. 1975. Poultry Sci. 54:1856-1867.  
 MUIR, F.V.; GERRY, R.W. y HARRIS, P.C. 1975. Poultry Sci. 54: 1898-1904.  
 NARBAITZ, R.; TSANG, C.P.W.; GRUNDER, A.A. y SOARES, J.H. JR. 1987. Poultry Sci. 66: 341-347.  
 NRC. 1971. Nutrient requirements of poultry. 6.ª ed. National Academy of Sciences, Washington, D.C.  
 NRC. 1984. Nutrient requirements of poultry. 8.ª ed. National Academy of Sciences, Washington, D.C.  
 RAO, K.S. y ROLAND, D.A. SR. 1990. Poultry Sci 69: 2170-2176.  
 ROLAND, D.A. SR. 1981. Feedstuffs 53: 18, 26-27.  
 ROLAND, D.A. SR. 1986a. World's Poult. Sci. J. 42: 154-165.  
 ROLAND, D.A. SR. 1986b. World's Poult. Sci. J. 42: 166-171.  
 ROLAND, D.A. SR. 1987. Poultry Sci. 66 (Supplement 1): 168 (Abstr.).  
 ROLAND, D.A. SR.; FARMER, M. y MARPLE, D. 1985. Poultry Sci. 64: 2341-2350.  
 SAUVEUR, B. 1988. Reproduction des volailles et production d'ocufs. INRA, París.  
 SELL, J.L.; SCHEIDELER, S.E. y RAHN, B.F. 1987. Poultry Sci. 66: 1524-1530.  
 SHANE, S.M.; YOUNG, R.J. y KROK, L. 1969. Avian Dis. 13: 558-567.  
 WATKINS, R.M.; DILWORTH, B.C. y DAY, E.J. 1977. Poultry Sci. 56: 1641-1647.  
 WATKINS, R.M.; DILWORTH, B.C. y DAY, E.J. 1977. Poultry Sci. 56: 1641-1647.  
 WIDEMAN, R.F. JR.; CLOSSER, J.A.; ROUSH, W.B. y COWEN, B.S. 1985. Poultry Sci. 64: 2300-2307.  
 WIDEMAN, R.F. JR.; ROUSH, W.B.; SATNICK, J.L. y GLAHN, R.P. 1989. Poultry Sci. 68 (Supplement 1): 159 (Abstr.).

Cuadro III						
Influencia de la edad de las gallinas sobre diversas variables productivas y de calidad de la cáscara del huevo (Roland, 1986a)						
Variables	Meses de puesta					
	1	2	3	6	9	12
Peso del huevo (g)	50	54	56	57	59	64
Intensidad de puesta (%)	58	70	90	86	81	70
Peso de la cáscara (g)	4,96	5,13	5,23	5,27	5,34	5,38
Calcio en la cáscara <sup>a</sup> (g)	1,98	2,05	2,09	2,11	2,14	2,15
Cantidad media de Ca depositada por día (g/ave) <sup>b</sup>	1,15	1,44	1,88	1,81	1,73	1,51

<sup>a</sup> Se ha supuesto que el Ca representa el 40% de la cáscara.  
<sup>b</sup> Cantidad calculada multiplicando la intensidad de puesta (en tanto por uno) por el contenido en Ca de la cáscara.