

## La importancia de la nutrición para la calidad de la cáscara de huevo en reproductoras de pollos de engorde

Alex Chang, especialista sénior en nutrición avícola

### INTRODUCCIÓN

Una incubabilidad deficiente representa una pérdida sustancial de ingresos y de rentabilidad en una operación de reproductoras de pollos de engorde. La mala calidad de la cáscara de huevo y los huevos contaminados suelen ser los factores influyentes principales. Por lo tanto, es importante comprender los factores que afectan la calidad de la cáscara de huevo y las maneras de realizar mejoras significativas en la cantidad de huevos incubables y de reducir la pérdida de pollitos debido a una mala calidad de la cáscara.

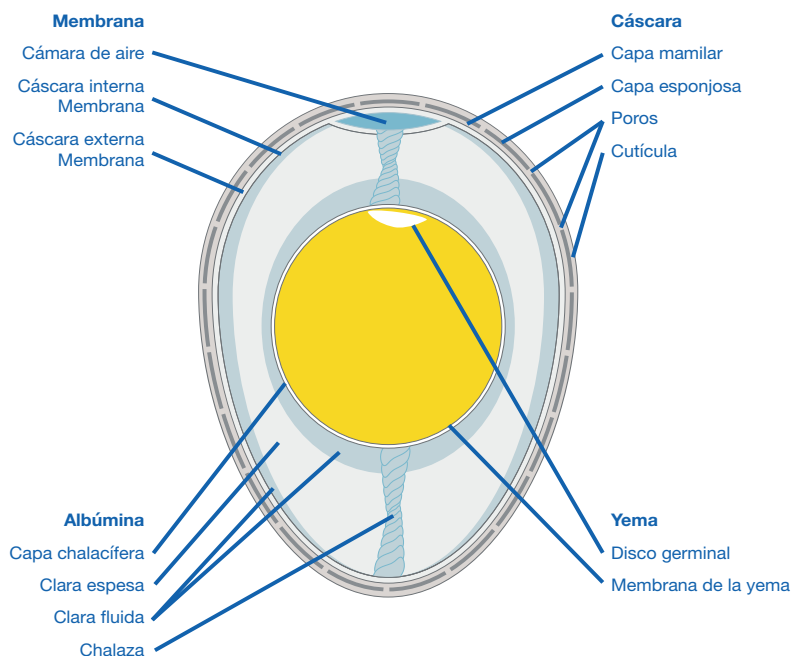
### LA CÁSCARA DE HUEVO: ¿QUÉ SABEMOS?

La cáscara de huevo protege y sostiene las estructuras blandas internas. Es semipermeable al aire y al agua, y ayuda a prevenir la infección bacteriana. Alrededor del 94-95 % de la cáscara de huevo seca está compuesta por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) y pesa entre 5.5 y 6.0 g (0.19-0.21 oz) (Mongin, 1978). Las cáscaras de huevo de buena calidad de las reproductoras de pollos de engorde contienen aproximadamente 2.0-2.2 g (0.07-0.08 oz) de calcio en forma de cristales de  $\text{CaCO}_3$ . Una cáscara de huevo típica contiene aproximadamente 0.3 % de fósforo y 0.3 % de magnesio, y trazas de sodio, potasio, zinc, manganeso, hierro y cobre. El resto de la cáscara de huevo seca está compuesto por un material de matriz orgánica que tiene propiedades aglutinantes del calcio, y su organización durante la formación de la cáscara juega un papel vital en la resistencia de la cáscara de huevo. La resistencia de la cáscara, además, depende de la cantidad de cáscara presente, relativo al tamaño, la forma y el grosor del huevo.

#### Cutícula

La parte externa de la cáscara de huevo es la cutícula (**figura 1**). La cutícula es un recubrimiento no calcificado, fino e insoluble en agua compuesto principalmente de glicoproteínas. Deja a la cáscara impermeable al agua y sella los poros de la cáscara para evitar que entren polvo y bacterias, pero tiene un papel importante en la regulación de la humedad y el intercambio gaseoso durante la incubación y en la prevención de la deshidratación (secado) del embrión.

**Figura 1:** estructura interna de un huevo fértil en el momento de la puesta.



Cuando se pone el huevo, la cutícula no está completamente estabilizada. Bajo el microscopio, se ve húmeda por 2 a 3 minutos, y con una apariencia abierta y esponjosa. Cuando madura, se endurece y se convierte en una superficie más lisa. Hasta que se estabiliza la cutícula, no protege los poros contra la penetración bacteriana. Si el huevo se pone sobre una superficie sucia, las bacterias, muy probablemente, ingresarán a la cáscara, causarán la contaminación del contenido interno del huevo e impactarán de forma negativa el desarrollo del embrión.

## HUEVOS CASCADOS

Es obvio que, cuando una fuerza externa supera la resistencia de la cáscara, se produce la rotura del huevo. Los huevos cascados pueden calificarse como completos (cuando tanto la cáscara como las membranas de la cáscara se rompen) o incompletos (cuando la cáscara se rompe, pero las membranas de la cáscara se mantienen intactas). Los huevos completamente cascados no sirven para incubación debido al alto riesgo de pérdida grave de humedad y contaminación bacteriana. Sin embargo, los huevos cascados de forma incompleta o fisurados son menos obvios ante la inspección visual y pueden usarse en plantas de incubación comerciales de forma desapercibida.

También existen cuestiones de calidad del huevo externas relacionadas con otros defectos de la cáscara, que no necesariamente hacen que el huevo se rompa. Estas incluyen cáscaras rugosas, huevos deformados, huevos con ranuras, huevos sin cáscara o huevos manchados o sucios. Estas cuestiones se producen con menos frecuencia que aquellas asociadas con problemas reales de resistencia de la cáscara. Sin embargo, pueden aumentar el riesgo de contaminación o de disminución de la incubabilidad.

## PROBLEMAS CON LA MALA CALIDAD DE LA CÁSCARA DE HUEVO

Barnett *et al.* (2004) realizaron una investigación para determinar si los pollitos de huevos con fisuras nacerían y crecerían normalmente en comparación con aquellos con cáscaras sin daños. Descubrieron que los huevos con fisuras daban como resultado nacimientos más pobres de huevos fértiles, con mayor pérdida de peso del huevo y mayor mortalidad del embrión.

En otro estudio donde se usó gravedad específica como determinante del grosor de la cáscara de huevo, Roque y Soares (1994) descubrieron que los huevos con cáscaras gruesas (gravedad específica 1.080) demostraron una incubabilidad mayor y una mortalidad embrionaria intermedia y tardía inferior.

## ¿QUÉ INFLUYE EN LA CALIDAD DE LA CÁSCARA DEL HUEVO?

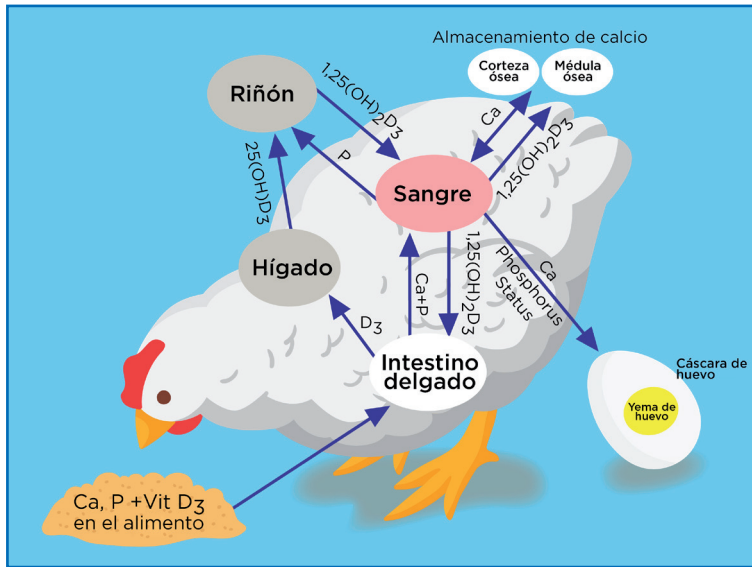
Diversos factores, tanto nutricionales como no nutricionales, pueden influir en la calidad de la cáscara del huevo en reproductoras de pollos de engorde. Se incluyen los siguientes:

- a. Tiempo que el huevo pasa en la glándula de la cáscara durante la formación de la cáscara.
- b. Tasa de deposición de calcio en la glándula de la cáscara.
- c. Momento del día en que se pone el huevo.
- d. Edad de la gallina. El grosor disminuye con la edad y el tamaño del huevo aumenta.
- e. Agentes infecciosos/enfermedades infecciosas y contaminación (p. ej., bronquitis infecciosa, síndrome de caída de postura, enfermedad de Newcastle, micoplasma, micotoxinas T-2 y HT-2, sulfamidas, insecticidas organoclorados).
- f. Deficiencias y excesos nutricionales.
- g. Agua potable salina.
- h. Horario de alimentación.
- i. Otros, como el genotipo, los galpones o el sistema de producción, el ambiente (temperatura, iluminación, disponibilidad y calidad del agua), el estrés general, las prácticas de manejo (incluso uniformidad de la parvada y manipulación de huevos).

## LA IMPORTANCIA DE LA NUTRICIÓN ÓPTIMA

Como la cáscara de huevo contiene, mayoritariamente,  $\text{CaCO}_3$ , suele asumirse que el calcio es el único nutriente responsable por la calidad de la cáscara. Sin embargo, también están involucrados el fósforo y la vitamina  $\text{D}_3$  (**figura 2**), además de una cantidad de minerales traza. El estado de salud del tracto digestivo y la función renal tienen funciones importantes en la absorción del calcio y la vitamina  $\text{D}_3$ .

Figura 2: ruta bioquímica del metabolismo de calcio y fósforo en gallinas.



**El calcio** es necesario para las gallinas reproductoras de pollos de engorde en niveles adecuados (hasta 4.9-5.1 g/ave/día, 0.17-0.18 oz/ave/día) para la formación de la cáscara. Una fuente y una provisión adecuadas de calcio durante la puesta son cruciales para prevenir diversos problemas, incluso los siguientes:

- Tetania cálcica.
- Anormalidades en el esqueleto.
- Mala calidad de la cáscara de huevo (huevos finos, con cáscara suave o fisurados).

Además, también pueden producirse la alteración de la ovulación, una producción de huevos temprana y no sostenida, una caída o una parada en la producción de huevos (especialmente en pollas grandes de maduración temprana). En una reproductora de pollos de engorde con alimentación controlada, la cantidad de calcio consumida varía según la asignación de alimento real. El tamaño de la partícula y el origen de la fuente de calcio (p. ej., concha de ostra, caliza) deben tenerse en cuenta al establecer el nivel de calcio alimentario durante la puesta. Un equilibrio de calcio adecuado es importante para evitar deficiencias o excesos con impactos negativos en la calidad de la cáscara de huevo debido a la mineralización insuficiente del calcio o la utilización de minerales importantes, como el fósforo, el magnesio, el manganeso y el zinc. Debido al alto contenido de calcio alimentario de las dietas de puesta y el impacto consecuente en la densidad total del alimento, existe una tendencia hacia la segregación del tamaño de la partícula del alimento, y esto puede causar mayor variación en los resultados de los análisis de calcio alimentario. Por lo tanto, también es importante garantizar tiempos de mezclado del alimento apropiados para lograr un alto nivel de precisión entre los niveles alimentarios del alimento formulado y el alimento final real.

**La cáscara de huevo** tiene un bajo nivel de fósforo, pero es importante para reponer el hueso medular de la gallina. Debe haber suficiente fósforo alimentario para que se asimile el calcio en la matriz del hueso. Por lo tanto, es fundamental brindar una ingesta diaria suficiente de fósforo "disponible" (500-585 mg/ave/día o 0.018-0.020 oz/ave/día del pico al retiro) para una calidad óptima de la cáscara de huevo. Los requisitos pueden cambiar bajo condiciones de estrés por calor, y es importante evitar la hipofosfatemia (Hopkinson *et al.*, 1984). Por el contrario, un alto nivel de fósforo disponible (respecto del fósforo no fítico o NPP) puede tener efectos negativos. Los investigadores Ekmay y Coon (2011) han demostrado que reducir el NPP mejora la gravedad específica de los huevos. También descubrieron que, incluso con la ingesta mínima de NPP (0.2 %) la producción de huevos se sostuvo. A partir de esta investigación, se puede concluir que el fósforo alimentario disponible para las reproductoras de pollos de engorde debe limitarse a  $\leq 0.35$  %, particularmente después de las 35 semanas de edad.

**La vitamina D<sub>3</sub>** es una vitamina importante involucrada en el metabolismo del calcio, tanto en el hígado como en el riñón y, por lo tanto, tiene un efecto significativo en la calidad de la cáscara de huevo. La vitamina D<sub>3</sub> es necesaria para una absorción normal del calcio. Una cantidad inadecuada de vitamina D<sub>3</sub> alimentaria causa rápidamente una deficiencia de calcio y una caída en el peso de la cáscara de huevo, lo cual resulta en cáscaras más débiles y finas. Se recomienda una dosis mínima de 3500 UI/kg (1587 UI/lb) de vitamina D<sub>3</sub> en el alimento de las reproductoras de pollos de engorde para la producción de huevos, la calidad de la cáscara y la incubabilidad. Bajo circunstancias desafiantes del campo relacionadas con la integridad del hígado o el riñón, algunos metabolitos de vitamina D comerciales han demostrado que promueven un aumento en la retención de calcio en las aves y mejora la calidad de la cáscara.

**Los minerales traza** como el manganeso, el cobre y el zinc, son importantes para lograr una buena calidad de la cáscara de huevo. Los niveles de estos nutrientes, recomendados por las principales compañías de reproducción, deben satisfacer los requisitos de calidad de la cáscara. Es importante adoptar fuentes minerales confiables y bien definidas. Puede haber ciertos beneficios respecto de la biodisponibilidad si se brinda parte de estos minerales de fuentes orgánicas para mejorar la calidad de la cáscara de huevo (Stefanello *et al.*, 2014).

**Los electrolitos** participan en el equilibrio ácido-base (Na+K-Cl). Esto también se denomina equilibrio de electrolitos y es uno de los factores metabólicos principales involucrados en la formación de la cáscara de huevo (Mongin, 1978). Bajo condiciones normales, garantizar un equilibrio de electrolitos de aproximadamente 200 mEq/kg (90.7 mEq/lb) de alimento es suficiente para garantizar una calidad óptima de la cáscara de huevo. Las aves que sufren estrés por calor suelen poner huevos con cáscaras más finas y más débiles debido a perturbaciones del equilibrio ácido-base en sangre, como resultado del jadeo (hiperventilación). La hiperventilación causa pérdida excesiva de CO<sub>2</sub> de la sangre. Los niveles bajos de CO<sub>2</sub> hacen que el pH de la sangre se eleve o se torne más alcalino. Un pH de la sangre más elevado reduce la cantidad de Ca ionizado y de CO<sub>3</sub> que se transporta hacia el útero para la formación de la cáscara de huevo. Aumentar la cantidad de calcio en el alimento no corrige este problema. Sin embargo, bajo condiciones normales, el reemplazo de parte (30-35 %) de la sal (NaCl) por bicarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>) y el aumento del nivel de K para lograr un equilibrio de electrolitos superior a 200 mEq/kg han demostrado ser beneficiosos para la resistencia de la cáscara de huevo. La evidencia sugiere que la adición de vitaminas C y E (200 mg/kg y 250 mg/kg en una dieta de reproductora, respectivamente) puede mejorar significativamente la gravedad específica del huevo y el grosor de la cáscara en reproductoras de pollos de engorde bajo estrés por calor prolongado (Chung *et al.*, 2005).

**El agua potable salina**, con altos niveles de sodio y cloruro, puede inhibir la actividad de la enzima anhidrasa carbónica en la mucosa de la glándula de la cáscara. Esto limita la provisión de iones de bicarbonato (y calcio) en el lumen de la glándula de la cáscara para formar CaCO<sub>3</sub> (Chen y Balnave, 2001). No se han realizado muchos estudios controlados en reproductoras de pollos de engorde en esta área en comparación con las ponedoras comerciales. Las gallinas reproductoras de pollos de engorde de mayor edad (>40 semanas) suelen ser más sensibles al agua salina y tener una capacidad reducida para recuperarse de los efectos adversos de los niveles altos de NaCl. Reducir el NaCl en el alimento tiene un potencial de desplazamiento mínimo. Por lo tanto, la mejor solución para los altos niveles de NaCl en el agua potable es la desalinización (ósmosis inversa) y evitar el agua potable con ≥500 ppm de NaCl.

**El horario de alimentación** puede influir en la calidad de la cáscara. Las reproductoras de pollos de engorde suelen alimentarse durante las primeras horas de la mañana. Desafortunadamente, esto no coincide con el horario de deposición de la cáscara de huevo (calcificación). La demanda pico de calcio se produce durante la noche, cuando se produce la deposición de la cáscara de huevo. Como hay una cantidad limitada de calcio en el tracto digestivo en el momento de la calcificación de la cáscara de huevo, se traslada una cantidad significativa de calcio del sistema esquelético para la formación de la cáscara. Los hallazgos de las investigaciones indican que cuanto más calcio esquelético se use en la formación de la cáscara, menor será la calidad de la cáscara (Leeson y Summers, 2000).

Farmer *et al.* (1983) descubrió que se logra una mejor calidad de cáscara de huevo cuando las reproductoras de pollos de engorde son alimentadas al final de la tarde en comparación con las aves alimentadas temprano a la mañana. Esto se debe al hecho de que se dispone de una cantidad significativamente mayor de calcio en el sistema digestivo durante la calcificación de la cáscara. En la práctica, la alimentación al final de la tarde puede no ser viable, pero vale la pena considerarlo si la calidad de la cáscara en una granja es insuficiente. Esto es especialmente aplicable en el caso de parvadas de mayor edad, ya que tanto la eficiencia en la absorción de calcio en el tracto digestivo como la reabsorción en el esqueleto disminuyen con la edad.

**El tamaño de la partícula de la fuente de calcio** es una alternativa a la alimentación al final de la tarde por medio del uso complementario de arenilla gruesa de caliza (2-4 mm de tamaño) o concha de ostra. La arenilla o las partículas gruesas de calcio se retienen por más tiempo en la molleja, reducen la solubilidad del calcio y ayudan a extender la absorción de calcio del alimento hacia el período de la noche. La aplicación en la granja durante el final de tarde en el comedero o en la cama puede mejorar la calidad general de la cáscara en gallinas de mayor edad aumentando el peso de la cáscara por unidad de superficie y el contenido de la cáscara de huevo.

Muchos estudios han mostrado las ventajas de las fuentes gruesas de calcio para mejorar la calidad de la cáscara, particularmente con reproductoras de mayor edad. Reis *et al.* (1995) llevaron a cabo una investigación en un lote comercial de reproductoras de pollos de engorde para examinar los efectos de la caliza gruesa complementaria en la calidad de la cáscara de huevo y el consiguiente resultado de la incubación. En comparación con reproductoras de pollos de engorde que recibían una dieta de reproductoras regular con 3.1 % de calcio a las 8:00 a. m., las aves del mismo programa de alimentación, pero con un complemento de 2 g/ave/día (0.07 oz/ave/día) de caliza gruesa por la tarde mostraron una gravedad específica del huevo significativamente mejorada, pero la pérdida de peso del huevo durante la incubación no se vio alterada. La incubabilidad y la viabilidad del pollito mejoraron significativamente con la alimentación complementaria con caliza. La mayor parte de las mejoras en incubabilidad y viabilidad de los pollitos fue el resultado de una menor incidencia de contaminación del huevo. Es probable que los huevos con cáscaras más gruesas sean menos susceptibles a la penetración bacteriana.

## MANEJO DEL TAMAÑO DEL HUEVO

Las gallinas ponen huevos más pesados con la edad y el aumento del peso corporal. Sin embargo, la cáscara de huevo se torna cada vez más fina, ya que no hay un aumento proporcional de peso de la cáscara. Al mismo tiempo, se reduce la capacidad de las gallinas para absorber el calcio en los intestinos. Por lo tanto, las granjas con parvadas de mayor edad pueden mostrar una mayor incidencia de problemas en la cáscara y una disminución en la incubabilidad. Una manera de controlar los problemas con la cáscara en reproductoras de pollos de engorde de mayor edad es manejar el tamaño del huevo. Esto puede lograrse adoptando un programa de alimentación de 3 etapas con disminución de proteínas y aminoácidos a medida que las aves crecen (**tabla 1**). Esto ayudará a controlar el peso corporal, lograr el peso del huevo objetivo, brindar apoyo para la persistencia de la puesta y mejorar la fertilidad y la incubabilidad.

**Tabla 1:** Recomendaciones de nutrición para reproductoras de pollos de engorde de 3 fases formuladas por Aviagen® para las reproductoras de pollos de engorde de Ross®

Nutrientes en la dieta	Producción 1 (5 %-35 semanas)	Producción 2 (35-50 semanas)	Producción 3 (>50 semanas)
EM (kcal/kg)	2800	2800	2800
Proteína cruda (%)	15.0	14.0	13.0
Lisina digerible (%)	0.60	0.56	0.52
Metionina y cistina digeribles (%)	0.59	0.57	0.54
Calcio (%)	3.00	3.20	3.40
Fósforo disponible (%)	0.35	0.33	0.32
Sodio (%)	0.18-0.23	0.18-0.23	0.18-0.23
Cloruro (%)	0.18-0.23	0.18-0.23	0.18-0.23
Potasio (%)	0.60-0.90	0.60-0.90	0.60-0.90
Manganeso (mg/kg)	120	120	120
Zinc (mg/kg)	110	110	110
Cobre (mg/kg)	10	10	10
Vitamina D <sub>3</sub> (UI/kg)	3500	3500	3500

## RESUMEN

Las cáscaras de huevo finas y los huevos contaminados afectan en gran medida la incubabilidad en reproductoras de pollos de engorde. Aplicar buenas prácticas de bioseguridad y manejo de granjas es imprescindible para prevenir enfermedades y brindar un ambiente favorable para las aves. Adoptar un proceso de manipulación de huevos apropiado y contar con un programa de control de calidad efectivo en la planta de incubación son importantes para garantizar una buena incubabilidad.

Los programas de alimentación y nutrición apropiados son fundamentales para controlar el peso corporal y el tamaño del huevo con el fin de cumplir los objetivos de rendimiento de la reproductora y lograr una calidad satisfactoria de la cáscara. Las dietas de las reproductoras deben formularse con los niveles nutritivos recomendados por el mejorador principal para brindar niveles óptimos de calcio, fósforo, vitamina D<sub>3</sub> e importantes minerales traza. Merece la pena usar una combinación de D<sub>3</sub> y su metabolito 25-hidroxi-D<sub>3</sub> y minerales traza orgánicos.

Si la mala calidad de la cáscara es un problema recurrente en lotes de reproductoras, controle el agua potable de las aves para verificar la salinidad (NaCl), aplique caliza gruesa complementaria donde sea posible y considere una alimentación al final de la tarde. Ante condiciones de estrés por calor prolongado, se recomienda, junto con vitamina E y C adicional, reemplazar parte del NaCl alimentario por bicarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>) para lograr un equilibrio de electrolitos alimentario apropiado.

## REFERENCIAS

- Barnett D.M., B.L. Kumpula, R.L. Petryk, N.A. Robinson, R.A. Renema y F.E. Robinson. 2004. Hatchability and early chick growth potential of broiler breeder eggs with hairline cracks. *J. Appl. Poult. Res.* 13:65-70.
- Chen J., y D. Balnave. 2001. The influence of drinking water containing sodium chloride on performance and egg shell quality of a modern, colored layer strain. *Poult. Sci.* 80:91-94.
- Chung M.K., J.H. Choi, Y.K. Chung y M. Chee. 2005. Effects of dietary vitamins C and E on egg shell quality of broiler breeder hens exposed to heat stress. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 18:545-551.
- Ekmay R.D. y C.N. Coon. 2011. An examination of the P requirements of broiler breeders for performance, progeny quality and P balance. 2. Ca particle size. *Int. J. Poult. Sci.* 10:760-765.
- Farmer M., D.A. Roland y M.K. Eckman. 1983. Calcium metabolism in broiler breeder hens. 2. The influence of the time of feeding on calcium status of the digestive system and egg shell quality in broiler breeders. *Poult. Sci.* 62:465-471.
- Hopkinson, W.I., W. Williams, G.L., Griffiths, D. Jessop y S.M, Peters. 1984. Dietary Induction of sudden death syndrome in broiler breeders. *Avian Dis.* 28:352-357.
- Leeson, S. y J.D. Summers. 2000. *Broiler Breeder Production*. Nottingham University Press, Thrumpton, Nottingham, Inglaterra (2000), pp. 136-217.
- Mongin, P. 1978. Acid-base balance during eggshell formation in Respiratory Function in Birds. Adult and Embryonic. J. Piiper, ed. Springer-Verlag, Nueva York, NY. pp. 247-259.
- Reis L.H., P. Feio, L.T. Gama y M.C. Soares. 1995. Extra dietary calcium supplement and broiler breeders. *J. Appl. Poultry Res.* 4:276-282.
- Roque L. y M.C. Soares. 1994. Effects of egg shell quality and broiler breeder age on hatchability. *Poult. Sci.* 73:1838-1845.
- Stefanello, C., T.C., Santos, A.E., Murakami, E.N. Martins y T.C. Carneiro. 2014. Productive performance, egg shell quality, and egg shell ultrastructure of laying hens fed diets supplemented with organic trace minerals. *Poult. Sci.* 93:104-113.



[www.aviagen.com](http://www.aviagen.com)

**Política de privacidad:** Aviagen recopila datos para comunicarse con usted y proporcionarle información de manera efectiva sobre nuestros productos y nuestro negocio. Estos datos pueden incluir su dirección de correo electrónico, nombre, dirección comercial y número de teléfono. Para acceder a la Política de privacidad completa de Aviagen, visite [Aviagen.com](http://Aviagen.com).

Aviagen y su logo, así como Ross y su logo, son marcas registradas de Aviagen en los EE. UU. y en otros países. Todas las demás marcas o marcas comerciales fueron registradas por sus respectivos propietarios.

© 2020 Aviagen.

1120-AVNR-117