

La importancia de la nutrición en la calidad de la cáscara de huevo en las reproductoras pesadas

Alex Chang, especialista en nutrición avícola

INTRODUCCIÓN

Una deficiente incubabilidad representa una pérdida sustancial de ingresos y de rentabilidad para un negocio de reproductoras pesadas. La mala calidad de la cáscara y los huevos contaminados suelen ser los principales factores que contribuyen a ello. Por lo tanto, es importante comprender los factores que afectan a la calidad del cascarón y cómo mejorar significativamente el número de huevos incubables, así como reducir la pérdida de pollitos debido a la mala calidad de la cáscara.

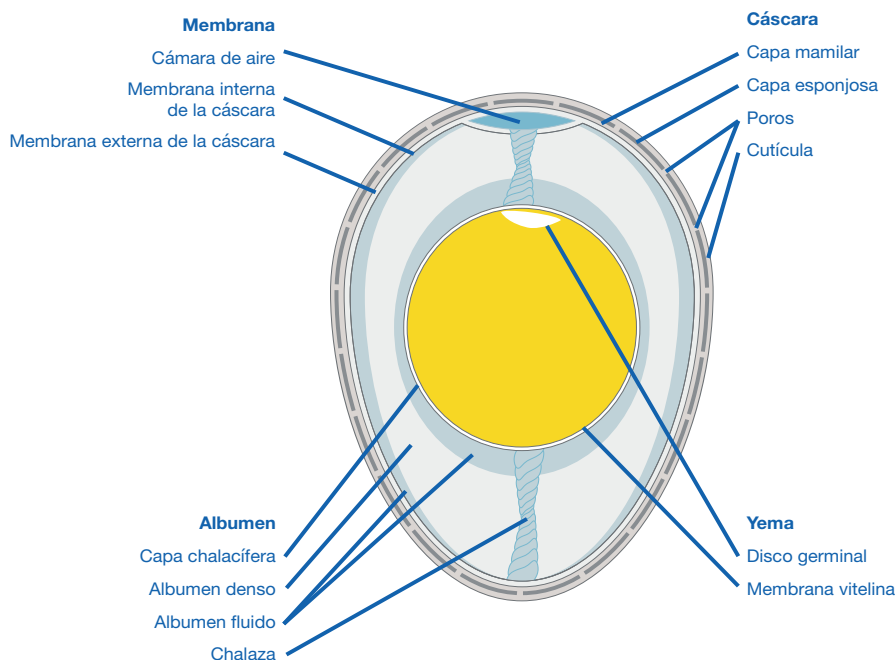
LA CÁSCARA DEL HUEVO: ¿QUÉ SABEMOS?

La cáscara de huevo protege y soporta 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 seca del huevo es carbonato de calcio (CaCO_3) y pesa 5,5-6,0 g (0,19-0,21 oz) (Mongin, 1978). Las cáscaras de buena calidad de las reproductoras pesadas tienen alrededor de 2,0-2,2 g (0,07-0,08 oz) de calcio en forma de cristales de CaCO_3 . Una cáscara típica de huevo contiene alrededor de 0,3% de fósforo y 0,3% de magnesio y trazas de sodio, potasio, zinc, manganeso, hierro y cobre. El resto de la cáscara seca del huevo está compuesta por una matriz de material orgánico que tiene propiedades de unión y de organización de calcio durante la formación de la cáscara, que juega un papel vital en la dureza de la cáscara. La dureza del cascarón depende además de la cantidad de cáscara presente en relación con el tamaño, la forma y el grosor del huevo.

Cutícula

La parte más exterior de la cáscara del huevo es la cutícula (**Figura 1**). La cutícula es una capa no calcificada, delgada e insoluble en agua, compuesta principalmente de glicoproteínas. Hace que el cascarón sea impermeable al agua y sella los poros de la cáscara para mantener fuera el polvo y las bacterias, además desempeña un papel en la regulación de la humedad y el intercambio gaseoso durante la incubación y previene la desecación (secado) del embrión.

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



Una vez la gallina ha puesto el huevo, la cutícula tarda un tiempo en fijarse completamente; bajo el microscopio aparece húmeda durante 2-3 minutos, con una apariencia esponjosa y abierta. Cuando madura, se endurece formando una superficie más lisa. Hasta que la cutícula no se fije, no protegerá a los poros de la penetración de las bacterias. Si el huevo se coloca sobre una superficie sucia, es casi seguro que las bacterias entrarán en la cáscara del huevo y causarán contaminación en el contenido interno del huevo e influirán negativamente en el desarrollo del embrión.

HUEVOS AGRIETADOS

Es obvio que cuando una fuerza externa excede la resistencia de la cáscara, se produce la rotura del huevo. La rotura de los huevos puede ser completa (cuando tanto la cáscara como las membranas de la cáscara se rompen) o incompleta (cuando la cáscara se rompe, pero las membranas de la cáscara permanecen intactas). Los huevos completamente agrietados no se incuban, debido al alto riesgo de pérdida elevada de humedad y contaminación bacteriana. Sin embargo, los huevos con fisuras capilares incompletas son menos obvios en la inspección visual y pueden ser utilizados inadvertidamente en las plantas de incubación.

También existen problemas externos de calidad del huevo relacionados con otros defectos de la cáscara que no necesariamente resultan en la rotura del huevo. Estos incluyen cáscaras ásperas, huevos deformes, huevos con surcos, huevos en fáfara y huevos del suelo manchados o sucios. Estos defectos suceden con menos frecuencia que los asociados a problemas reales de resistencia de la cáscara, si bien pueden dar lugar a mayores riesgos de contaminación o a una menor incubabilidad.

PROBLEMAS DE MALA CALIDAD DE LA CÁSCARA DE LOS HUEVOS

Barnett et al., (2004) realizaron investigaciones para determinar si los polluelos procedentes de los huevos con grietas delgadas eclosionarían y crecerían normalmente en comparación con los que tienen cáscaras no dañadas. Comprobaron que los huevos con fisuras finas tenían una eclosión sobre huevo fértil muy inferior, una mayor pérdida de peso del huevo y una mayor mortalidad embrionaria.

En otro estudio en el que se utilizó la gravedad específica como determinante del grosor de la cáscara del huevo, Roque y Soares (1994), descubrieron que los huevos de cáscara gruesa (gravedad específica 1,080) mostraban una mayor incubabilidad y una menor mortalidad embrionaria intermedia y tardía.

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

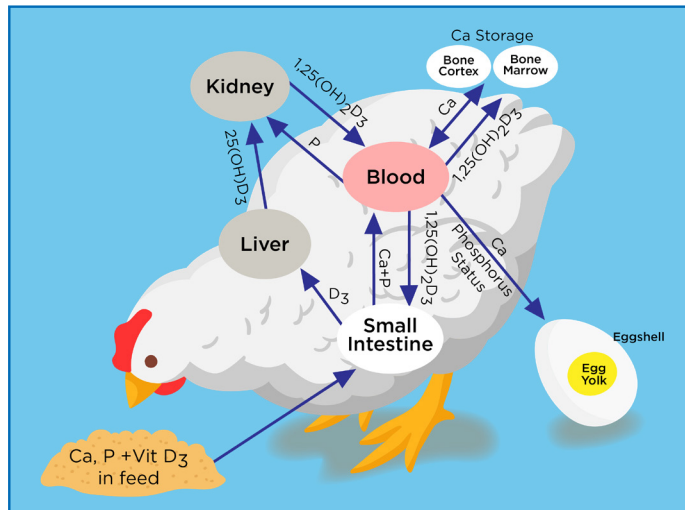
En la calidad de la cáscara de huevo de las reproductoras pesadas pueden influir una serie de factores tanto nutricionales como no nutricionales. Estos factores incluyen:

- a. El tiempo que el huevo pasa en el útero durante la formación de la cáscara.
- b. Tasa de deposición de calcio en el útero (glándula coquiliaria).
- c. Hora del día en que se pone el huevo.
- d. Edad de la gallina; con la edad del ave el grosor de la cáscara disminuye y el tamaño del huevo aumenta.
- e. Agentes/enfermedades infecciosas y contaminación (por ejemplo, Bronquitis Infecciosa, Síndrome de caída de puesta, Enfermedad de Newcastle, Micoplasmas, micotoxinas T-2 y HT-2; sulfonamidas, insecticidas organoclorados).
- f. Deficiencias y excesos nutricionales.
- g. Agua potable salina.
- h. Tiempo de alimentación.
- i. Otros - como el genotipo, la nave o el sistema de producción, el medio ambiente (temperatura, iluminación, disponibilidad y calidad del agua), estrés general, prácticas de manejo (incluida la uniformidad del lote y la manipulación de los huevos).

LA IMPORTANCIA DE UNA NUTRICIÓN ÓPTIMA

Como la cáscara del huevo contiene mayormente CaCO_3 , normalmente se asume que el calcio es el único nutriente responsable de la calidad de la cáscara. Sin embargo, tanto el fósforo como la vitamina D_3 también están involucrados (**Figura 2**), junto con una serie de oligoelementos. El estado de salud de los intestinos y la función renal desempeñan un papel importante en la absorción del calcio y la actividad de la vitamina D_3 .

Figura 2: Vía bioquímica del metabolismo del calcio y el fósforo en las gallinas.



El **calcio** es necesario para las gallinas reproductoras pesadas en niveles adecuados (hasta 4,9-5,1 g/ave/día; 0,17-0,18 oz/ave/día) para la formación del cascarón. Una fuente y un suministro adecuados de calcio durante la puesta es crucial para prevenir la aparición de varios problemas, entre ellos:

- la tetania cálcica,
- anomalías esqueléticas y
- mala calidad del cascarón (huevos con cáscara delgada, blanda y agrietados).

Además, también puede producirse una interrupción de la ovulación, una producción temprana de huevos sin persistencia, caídas y paradas en la producción de huevos (especialmente en las pollitas de mayor tamaño corporal y de maduración temprana). En una reproductora pesada alimentada de forma controlada, la cantidad de calcio consumida varía según la asignación real de alimentación. Para establecer el nivel de calcio en la dieta durante la puesta se deben tener en cuenta factores como el tamaño de las partículas y el origen de la fuente de calcio (por ejemplo, concha de ostra, piedra caliza). Un equilibrio de calcio adecuado es importante para evitar deficiencias o excesos con repercusiones negativas en la calidad de la cáscara del huevo debido a una mineralización insuficiente del calcio o a la utilización de minerales importantes como el fósforo, el magnesio, el manganeso y el zinc. Debido al alto contenido de calcio de las dietas de las ponedoras y su consiguiente impacto en la densidad aparente de la dieta, existe una tendencia a la segregación del tamaño de las partículas de los piensos, que puede dar lugar a una mayor variación en los resultados de los análisis del calcio de la dieta. Por lo tanto, también es importante asegurar adecuados tiempos de mezcla de los alimentos para lograr un alto nivel de precisión entre los niveles dietéticos de los alimentos terminados formulados y los reales.

El **fósforo** está presente en la cáscara del huevo en un nivel bajo, pero es importante para reponer el hueso medular de la gallina. Debe haber suficiente fósforo dietético para asimilar el calcio en la matriz ósea. Por lo tanto, es crítico proporcionar una ingesta diaria suficiente de fósforo “disponible” (500-585 mg/ave/día o 0,018-0,020 oz/ave/día desde el pico hasta el final del lote) para la calidad óptima de la cáscara de huevo. Los requerimientos pueden cambiar bajo condiciones de estrés por calor y es importante para evitar la hipofosfatemia (Hopkinson et al., 1984). Por el contrario, un alto nivel de fósforo disponible (en términos de fósforo no fítico o NPP) puede tener efectos negativos. Los investigadores Ekmay y Coon (2011), han demostrado que la reducción del NPP mejora la gravedad específica de los huevos. También descubrieron que incluso con la menor ingesta de NPP (0,2%) la producción de huevos se mantiene. Basándose en esta investigación, se puede argumentar que el fósforo disponible en la dieta de las reproductoras pesadas debería limitarse a $\leq 0,35\%$, especialmente después de las 35 semanas de edad.

La **vitamina D₃** es una vitamina importante que participa en el metabolismo del calcio tanto en el hígado como en el riñón y, por lo tanto, afecta significativamente a la calidad de la cáscara del huevo. La vitamina D₃ es necesaria para la absorción normal del calcio. Una cantidad inadecuada de vitamina D₃ en la dieta induce rápidamente una deficiencia de calcio y una disminución del peso del cascarón, lo que da como resultado cáscaras más débiles y delgadas. Se recomienda una dosis mínima de 3.500 UI/kg (1.587 UI/lb) de vitamina D₃ en los alimentos para reproductoras pesadas para la producción de huevos, la calidad de la cáscara y la incubabilidad. Bajo condiciones de desafío de campo que afecten a la integridad del hígado o el riñón, se ha demostrado que algunos metabolitos comerciales de la vitamina D promueven una mayor retención de calcio en el ave y mejoran la calidad de la cáscara.

Los **oligoelementos** como el manganeso, el cobre y el zinc son importantes para lograr una buena calidad de la cáscara de huevo. Los niveles recomendados de estos nutrientes por las principales empresas de selección deben satisfacer los requisitos de calidad de la cáscara. Es importante utilizar fuentes minerales fiables y bien definidas. Puede ser beneficioso, en términos de biodisponibilidad, suministrar parte de estos minerales de fuentes orgánicas para mejorar la calidad de la cáscara del huevo (Stefanello et al., 2014).

Los **electrolitos** participan en el equilibrio ácido-base (Na+K-Cl), también denominado equilibrio electrolítico y es uno de los principales factores metabólicos que intervienen en la formación de la cáscara de huevo (Mongin, 1978). En condiciones normales, asegurar un equilibrio electrolítico de alrededor de 200 mEq/kg (90,7 mEq/lb) de alimento es suficiente para lograr una calidad óptima de la cáscara de huevo. Las aves sometidas a estrés térmico suelen poner huevos con cáscaras más finas y débiles debido a las alteraciones del equilibrio ácido-base de la sangre como resultado del jadeo (hiperventilación). La hiperventilación conduce a una pérdida excesiva de CO₂ de la sangre. El nivel más bajo de CO₂ hace que el pH de la sangre se eleve o se vuelva más alcalino. Un pH sanguíneo más alto reduce la cantidad de iones de Ca y CO₃ que llegan al útero para la formación de la cáscara de huevo. Aumentar la cantidad de calcio en el alimento no corrige este problema. Sin embargo, en condiciones prácticas, el reemplazo de parte (30-35%) de la sal (NaCl) por bicarbonato de sodio (NaHCO₃) y el aumento del nivel de K para lograr un equilibrio electrolítico por encima de los 200 mEq/kg ha demostrado ser beneficioso para la dureza del cascarón. Las pruebas sugieren que la adición de vitaminas C y E (200 mg/kg y 250 mg/kg en la dieta de las reproductoras, respectivamente) puede mejorar sustancialmente la gravedad específica del huevo y el grosor de la cáscara en las reproductoras que sufren un estrés térmico prolongado (Chung et al., 2005).

El **agua potable salina**, alta en sodio y cloruro, puede inhibir la actividad de la enzima anhidrasa carbónica en la mucosa de la glándula coquiliaria, lo que limita el suministro de iones de bicarbonato (y de calcio) en el lumen del útero para formar CaCO₃ (Chen y Balnave, 2001). No se han realizado muchos estudios controlados en reproductoras de engorde, en contraste con las ponedoras comerciales. Se sabe que las gallinas reproductoras pesadas de más edad (> 40 semanas) son más sensibles al agua salina y tienen una capacidad reducida para recuperarse de los efectos adversos de un alto nivel de NaCl. La reducción de NaCl en el alimento tiene poco potencial de compensación, por lo que el mejor remedio 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.

La **hora de alimentación** puede influir en la calidad de la cáscara. Las reproductoras pesadas se suelen alimentar durante las primeras horas de la mañana. Desafortunadamente, esto no coincide con el momento de la deposición de la cáscara del huevo (calcificación). El pico de demanda de calcio se produce durante la noche cuando se produce la deposición de la cáscara. Como hay una cantidad limitada de calcio en el tracto digestivo en el momento de la calcificación de la cáscara de huevo, se moviliza una cantidad significativa de calcio del sistema óseo para la formación de la misma. Los resultados de las investigaciones indican que cuanto más calcio óseo se utiliza en la formación de la cáscara, más pobre es la calidad del cascarón (Leeson y Summers, 2000).

Farmer et al., (1983) descubrieron que se obtenía una mejor calidad de cáscara de huevo cuando se alimentaba a las reproductoras a última hora de la tarde, en comparación con las aves alimentadas a primera hora de la mañana. Esto se debía al hecho de que se disponía de mucho más calcio en el sistema digestivo durante la calcificación de la cáscara. En la práctica, la alimentación a última hora de la tarde o de la noche puede no ser factible, pero merece la pena considerarlo si la calidad de la cáscara en una granja es deficiente. Esto es especialmente aplicable a los lotes de más edad, ya que tanto la eficiencia de la absorción de calcio del intestino como la reabsorción ósea disminuyen con la edad.

El **tamaño de las partículas de la fuente de calcio** es una opción alternativa a la alimentación nocturna mediante el uso complementario de partículas grandes de piedra caliza (tamaño de 2-4 mm) o de concha de ostras. Los granos o partículas gruesas de calcio se retienen más tiempo en la molleja, reducen la solubilidad del calcio y ayudan a extender la absorción del calcio de la alimentación al período nocturno. La aplicación en la granja al final de la tarde en el comedero o en la cama puede mejorar la calidad general de la cáscara en las gallinas de edad, aumentando el peso de la cáscara por unidad de superficie y el contenido de la cáscara del huevo.

Muchos estudios han demostrado las ventajas de las fuentes de calcio en grano grosero para mejorar la calidad de la cáscara, en particular en las reproductoras de más edad. Reis et al., (1995) llevaron a cabo una investigación en

una manada de reproductoras pesadas para examinar los efectos de la piedra caliza complementaria en tamaño grosero en la calidad de la cáscara del huevo y el resultado de la incubación posterior. La comparación de los resultados obtenidos en las reproductoras a las que se les dio una dieta regular de producción que contenía un 3,1% de calcio a las 8 de la mañana frente a las aves que siguieron el mismo programa de alimentación con un complemento por la tarde de 2 g/ave/día (0,07 oz/ave/día) de caliza grosera, mostró una mejor gravedad específica del huevo, si bien, la pérdida de peso del huevo durante la incubación no se alteró. La incubabilidad y la viabilidad de los pollitos mejoraron significativamente con la alimentación complementaria con piedra caliza. La mayor parte de la mejora en la eclosión y la viabilidad del pollito se debe a una menor incidencia de la contaminación del huevo. Es posible que los huevos con cáscara más gruesa sean menos susceptibles a la entrada de bacterias.

MANEJO DEL TAMAÑO DEL HUEVO

Las gallinas ponen huevos más pesados a medida que envejecen y aumentan su peso corporal; sin embargo, la cáscara del huevo se vuelve cada vez más delgada, ya que no hay un aumento proporcional en el peso de la cáscara. Al mismo tiempo, la capacidad de las gallinas para absorber el calcio en el intestino se reduce. Por consiguiente, las granjas que tienen lotes de aves de mayor edad pueden tener una mayor incidencia de problemas de cáscara y una disminución de la eclosión. Una forma de controlar los problemas de cáscara en las reproductoras pesadas de más edad es manejar el tamaño del huevo. Esto puede lograrse adoptando un programa de alimentación en tres etapas, con disminución de las proteínas y los aminoácidos a medida que las aves envejecen (**Tabla 1**). Esto ayudará a controlar el peso corporal, lograr los pesos objetivo de los huevos, apoyar la persistencia de la puesta y mejorar la fertilidad y la incubabilidad.

Tabla 1: Recomendaciones de nutrientes para tres fases Aviagen® para las reproductoras Ross®.

Nutriente en la dieta	Puesta 1 (5%-35 sem.)	Puesta 2 (35-50 sem.)	Puesta 3 (>50 sem.)
ME (kcal/kg)	2800	2800	2800
Proteína bruta (%)	15.0	14.0	13.0
Lisina digestible (%)	0.60	0.56	0.52
Metionina + Cistina digestible (%)	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
Cloro (%)	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 ₃ (UI/kg)	3,500	3,500	3,500

RESUMEN

Las cáscaras finas y los huevos contaminados afectan en gran medida a la incubabilidad en las reproductoras pesadas. Unas buenas prácticas de manejo y una correcta bioseguridad de la granja son imprescindibles para prevenir enfermedades y proporcionar un entorno favorable para las aves. Adoptar un proceso adecuado de manejo de los huevos y tener un programa efectivo de control de calidad en la planta de incubación son importantes para asegurar una buena incubabilidad.

La nutrición y los programas de alimentación apropiados son fundamentales para controlar los objetivos de la reproductora de peso corporal y de tamaño del huevo, para lograr una calidad de cáscara satisfactoria. Las dietas

de los reproductores deben formularse con los niveles de nutrientes aconsejados para la reproductora, con el fin de proporcionar niveles óptimos de calcio, fósforo, vitamina D₃ y oligoelementos. Se considera que vale la pena utilizar una combinación de D₃ y metabolito 25-hidroxi-D₃ y oligoelementos orgánicos.

Si la mala calidad de la cáscara es un problema recurrente en los lotes de reproductoras, compruebe la salinidad del agua de bebida de las aves (NaCl), aplique cuando sea posible un complemento de piedra caliza gruesa y considere la posibilidad de alimentarlas a última hora de la tarde. En condiciones de estrés térmico prolongado, junto con un aporte extra de vitamina E y C, es aconsejable sustituir parte del NaCl de la dieta por bicarbonato de sodio (NaHCO₃) para lograr un equilibrio adecuado de los electrolitos de la dieta.

REFERENCIAS

- Barnett D.M., B.L. Kumpula, R.L. Petryk, N.A. Robinson, R.A. Renema, and 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., and 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, and 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. and 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, and 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, and S.M, Peters. 1984. Dietary Induction of sudden death syndrome in broiler breeders. *Avian Dis.* 28:352-357.
- Leeson S., and J.D. Summers. 2000. *Broiler Breeder Production*. Nottingham University Press, Thrumpton, Nottingham, England (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, New York, NY. pp. 247-259.
- Reis L.H., P. Feio, L.T. Gama, and M.C. Soares. 1995. Extra dietary calcium supplement and broiler breeders. *J. Appl. Poultry Res.* 4:276-282.
- Roque L. and 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, and 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.



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.

Aviagen y el logotipo de Aviagen, y Ross y el logotipo de Ross son marcas registradas de Aviagen en los EE. UU. y en otros países. Todas las demás marcas comerciales o marcas están registradas por sus respectivos propietarios.

© 2020 Aviagen.

1120-AVNR-117