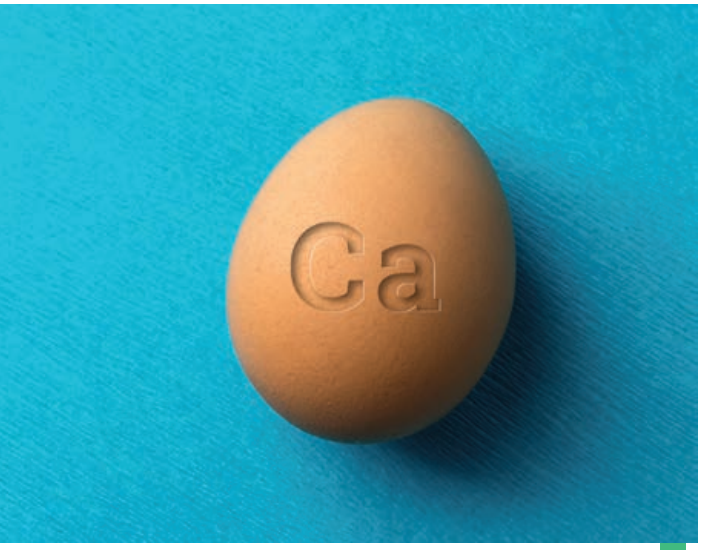
NUTRICIÓN CÁLCICA, METABOLISMO ÓSEO Y CALIDAD DE LA CÁSCARA DEL HUEVO

EN GALLINAS DE LARGA VIDA



Las gallinas comerciales han sido seleccionadas con éxito para aumentar la longitud del período productivo con vistas a que, en vez de que éste abarque solo hasta unas 60 a 70 semanas de edad - o bien contando con una muda para tener un ciclo adicional –, se pueda llegar hasta las 80 semanas o incluso más.

D.R. KORVER

31st Annual Austral. Poultry Sci. Symp.
Sydney, Feb. 2020

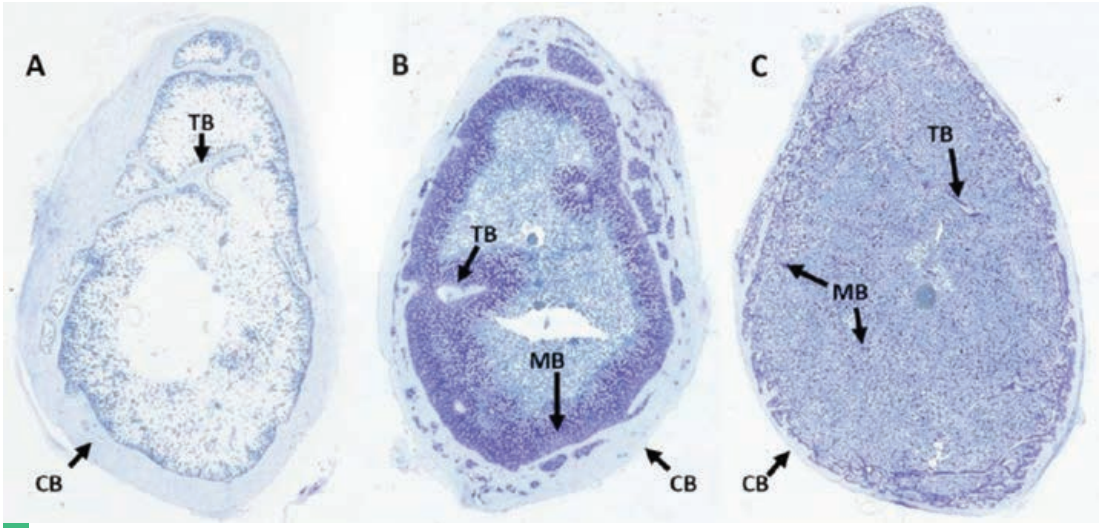


Figura 1. Secciones transversales de tibias de gallinas ponedoras de varias edades: CB, - hueso cortical; TB - hueso trabecular; MB - hueso medular. A) Pollita de 16 semanas, conteniendo sólo la capa cortical y los puntales trabeculares. La tinción difusa dentro de la cáscara cortical es un artefacto. El tejido óseo estructural (CB + TB) se muestra muy poco en el camino de la formación de poros con este nivel de aumento. La inmadurez sexual se confirmó en el momento del muestreo por la ausencia de desarrollo del ovario. B) Ponedora después de haber puesto el primer huevo, mostrando la capa cortical, los puntales trabeculares y el hueso medular. El hueso medular está presente como pequeñas espículas de tejido óseo, depositadas inicialmente en las superficies de los tejidos óseos estructurales. Los poros que contienen hueso medular dentro de la capa cortical son claramente visibles. C) Gallina al fin de la puesta - 67 semanas -, mostrando un agotamiento de los tejidos óseos cortical y trabecular, y la naturaleza difusa del hueso medular en toda la cavidad medular. Las flechas MB apuntan a algunas espículas más grandes de hueso medular.

La selección para una mayor persistencia de la producción, la salud esquelética y un lento aumento del tamaño del huevo después del pico de puesta han dado lugar a que las gallinas comerciales puedan llegar hasta 500 huevos a las 100 semanas de edad.

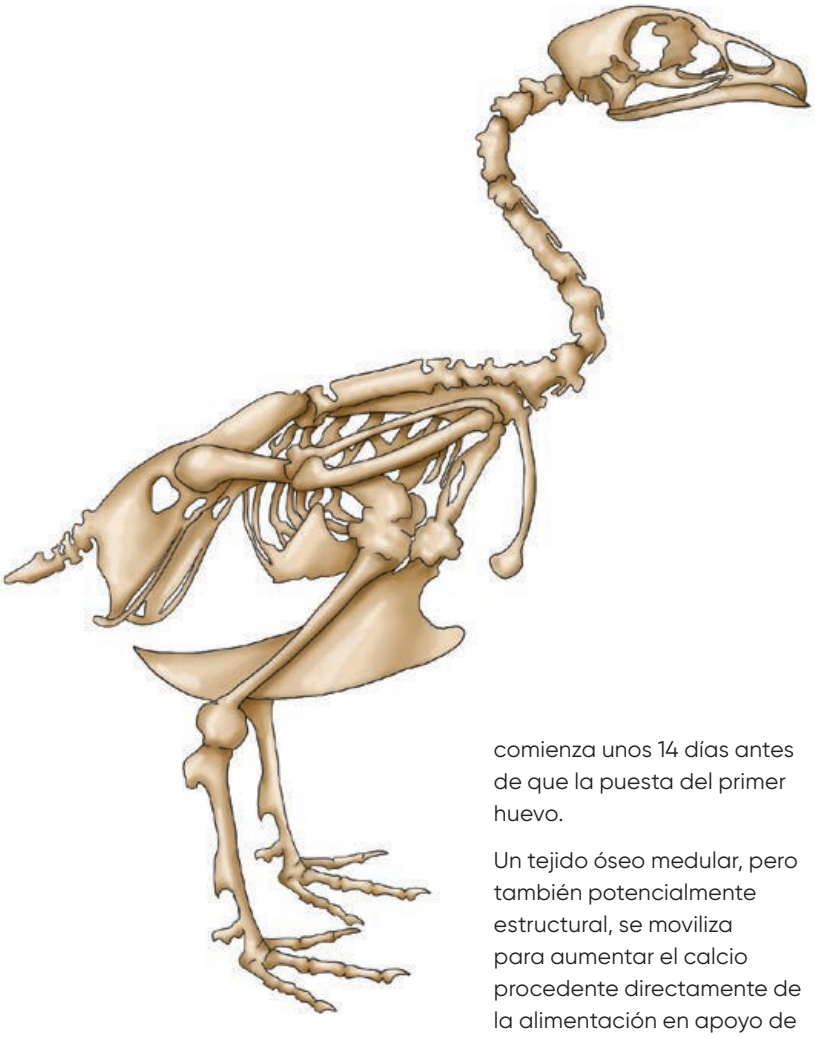
Pero debido al aumento de la producción de calcio por la gallina, **este largo período de producción requiere un excelente manejo**, incluyendo la alimentación para optimizar las reservas esqueléticas al comienzo de la puesta, así como para minimizar la pérdida de masa ósea con el tiempo. Los factores que contribuyen a la salud esquelética también contribuirán a la calidad de la cáscara durante todo el ciclo de producción.

Biología ósea de las aves de puesta

El esqueleto de la pollita se compone de dos tejidos óseos estructurales distintos: **cortical y trabecular.** El hueso cortical es la corteza externa del tejido óseo, mientras que el tejido óseo trabecular es el puntal del hueso que proporcionan un soporte adicional, al mismo tiempo que minimiza el peso óseo como una adaptación para el vuelo de las aves. El crecimiento esquelético de las pollitas de puesta se desarrolla de forma similar que en otros tipos de aves domésticos y mamíferos, tanto en longitud como en diámetro.

Antes de la producción de estrógenos en el inicio de la madurez sexual, una pollita normal tiene una unos huesos con una gruesa corteza cortical y unos puntales trabeculares bien desarrollados - figura 1 A -. En las gallinas sexualmente maduras y en plena puesta se forma un tercer tipo de hueso – medular - en respuesta al aumento de los niveles de estrógeno, siendo éste el que proporciona una fuente adicional y lábil de calcio para apoyar la formación de cáscara de huevo, que se puede movilizar y volver a depositar a diario en base a la oferta y la demanda del mismo.

Con el inicio de la producción la formación de hueso estructural cesa y sólo se formará hueso medular. En las semanas anteriores al primer huevo los huesos aumentan de diámetro alrededor de un 20 % como



medio para tener un volumen en el que se puede depositar hueso medular. La rápida expansión del diámetro óseo implica tanto la deposición dietética de calcio y fósforo como una redistribución de las cantidades existentes de estos, movilizados desde la superficie endosteal, dejando poros en el calcio cortical. A medida que los niveles de estrógeno circulante aumentan, antes de la madurez sexual, el hueso medular se deposita como pequeñas espículas que recubren la superficie del hueso estructural y también dentro de los poros de la calcio cortical - figura 1 B -. La deposición de hueso medular comienza unos 14 días antes de que la puesta del primer huevo.

Un tejido óseo medular, pero también potencialmente estructural, se moviliza para aumentar el calcio procedente directamente de la alimentación en apoyo de la formación de la cáscara del huevo, especialmente de noche, cuando la cantidad de calcio que viene directamente del tracto digestivo es limitada. Cuando la gallina no está formando activamente una cáscara la oferta dietética de calcio y fósforo excede la demanda inmediata medular, pero no se reemplaza el hueso estructural. Con el tiempo, la continua movilización y deposición de hueso medular origina una disposición más difusa de las espículas óseas medulares en toda la cavidad medular - figura 1 C -. Eventualmente, el hueso medular puede incluso llenar toda la cavidad de los huesos neumatizados. La reducción de la estrecha asociación del hueso medular con las superficies óseas estructurales expone los tejidos estructurales a la acción de los osteoclastos. Dado que el hueso estructural no se reemplaza mientras la gallina está en puesta, el efecto acumulativo de esta erosión es una disminución sustancial de la masa ósea estructural y una mayor susceptibilidad a fracturas óseas.

Por lo tanto, el problema de la osteoporosis – "fatiga de la batería" - no se debe a una pérdida de hueso medular, que requiere movilizar el hueso estructural para apoyar la formación de cáscara del huevo. Más bien es una erosión gradual del hueso estructural, pese a la presencia de una gran cantidad de hueso medular.

Si la gallina pasa por una muda, los niveles de estrógeno disminuyen, el hueso medular se reabsorbe y se pueden reponer las reservas óseas estructurales. La pérdida gradual de hueso estructural puede aumentar el riesgo de osteoporosis, mientras que el aumento gradual en el tamaño del huevo y la capacidad de depositar sólo una cantidad constante de material en la cáscara después de la

producción máxima puede originar una disminución del espesor de esta. Estos dos factores representan limitaciones importantes para los ciclos de producción más largos ya que la producción puede seguir siendo alta, incluso a una edad mayor.

Aunque la selección genética para la salud esquelética ha permitido un aumento considerable de la productividad, así como de esta, la alta demanda de calcio para apoyar la formación de cáscara del huevo significa que el suministro de éste y el manejo de la salud esquelética son factores críticos desde el inicio de la puesta hasta el final de la producción.

Manejo de la pollita para la salud ósea

Debido a que la deposición ósea estructural cesa cuando la pollita se acerca a la madurez sexual se debe prestar atención a su desarrollo esquelético. Una vez que comienza a poner huevos, el hueso estructural sólo puede agotarse mientras permanezca en producción. Aunque el hueso medular puede ser depositado y movilizado a diario, e incluso puede acumularse durante el ciclo de puesta, sólo hace una pequeña contribución a la fortaleza del esqueleto.

Los fundamentos del manejo adecuado de las pollitas en general son coherentes con los requisitos específicos para optimizar el desarrollo esquelético al inicio de la puesta. **Mantener el peso corporal y la condición adecuados para la edad, una buena uniformidad de la manada y la fotoestimulación en el estado fisiológico adecuado - en lugar de a una edad específica - no sólo apoya la productividad de la gallina a largo plazo, sino también la calidad esquelética.**

La importancia de un excelente manejo de las pollitas se hace aún mayor cuando se consideran las demandas a largo plazo impuestas al ave con unos ciclos de puesta más largos, para lo cual el esqueleto de la pollita debe ser tratado de forma que **la cantidad de hueso estructural se optimice antes del punto en el que cesa la deposición ósea estructural, y comienza la formación ósea medular**. En este punto, el objetivo es maximizar la calidad de hueso medular dentro del sistema esquelético.

Las aves que entran en puesta con un peso corporal demasiado bajo no sólo son susceptibles a una caída de la misma post-pico, debido a sus limitadas reservas de energía, sino también a tener un pequeño esqueleto y unas limitadas reservas óseas medulares. Su pesaje frecuente puede garantizar que su menor crecimiento en relación con los objetivos se identifique y corrija rápidamente. Una alimentación más frecuente, el uso de dietas de mayor densidad de nutrientes o la alimentación a medianoche se pueden utilizar para aumentar la ingesta de nutrientes y, por lo tanto, el aumento de peso corporal. La alimentación a medianoche de las pollitas cerca del inicio de la puesta puede interferir con la regulación de la madurez sexual e inducir a las pollitas a entrar en producción demasiado pronto. Esto pone de relieve la importancia de mantener un crecimiento adecuado de las pollitas desde el principio, en vez de responder con medidas drásticas a un gran problema.

Para garantizar la salud de las aves a largo plazo es importante retrasar la fotoestimulación de una manada de bajo peso hasta que se haya alcanzado un tamaño corporal adecuado.

Hy-D®

Asegurando la calidad y la productividad

¿Pueden sus gallinas poner más huevos durante su vida productiva?

La incorporación de Hy-D® a la dieta mejora el desarrollo esquelético, la salud ósea y el desarrollo muscular en pollitas y ponedoras, aumentando su longevidad y la producción de huevos de calidad.

Las ponedoras que se alimentan con dietas que incorporan Hy-D® producen más huevos, con cáscaras más sólidas. Esto implica menos roturas y desperdicio de alimento.

Actualmente, Hy-D® es la fuente de vitamina D más biodisponible, segura y avanzada.

Beneficios del uso de Hy-D®

+2%
De puesta

+10%
Fortaleza ósea

15%
Menos de roturas

Apueste por un rendimiento sólido y una mayor seguridad con Hy-D®, el único 25 Hidoxi Vit-D3 puro, científicamente probado, seguro y eficaz.

Contacte con DSM o visite dsm.com/anh para más información.

NUTRITION · HEALTH · SUSTAINABLE LIVING

DSM
BRIGHT SCIENCE. BRIGHTER LIVING.

Las dietas de prepuesta pueden ser un medio eficaz de preparar el sistema esquelético, pero deben utilizarse con precaución. Dado que el hueso medular no se deposita hasta 10 a 14 días antes de la puesta del primer huevo, el nivel más alto de calcio de una dieta de prepuesta no es de ninguna ventaja para el ave antes de este punto.

Aunque los primeros trabajos con pollitas sugerían que el aumento del nivel de calcio dietético mucho antes del período de 10 a 14 días antes del primer huevo no tiene ningún efecto perjudicial en la productividad y la salud esquelética de las gallinas, esto no se ha confirmado con las genéticas modernas de aves y unos ciclos de producción muy largos. El mantener un alto grado de uniformidad de la manada es importante, particularmente alrededor del comienzo de la puesta.

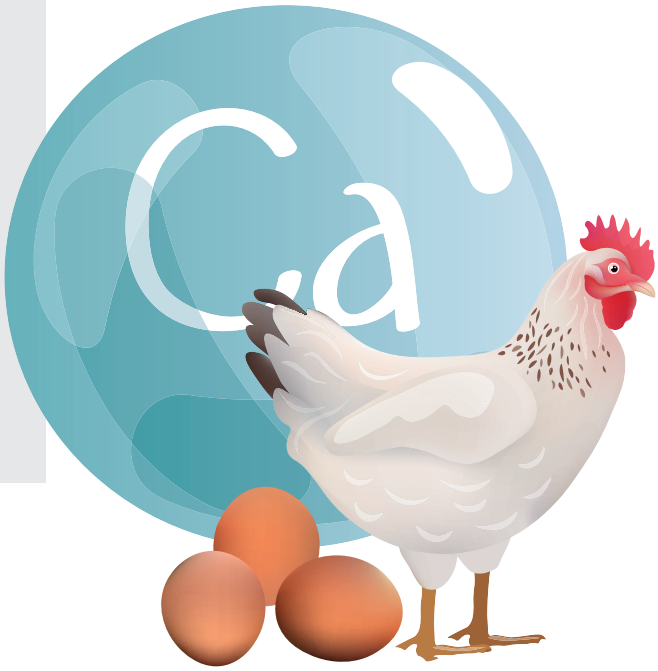
El aumento de la demanda de calcio para apoyar la producción es mayor que el de cualquier otro nutriente a medida que el ave pasa de inmadura a madura, un cambio que ocurre de repente.

Con una manada muy uniforme y el momento adecuado del cambio del pienso de recría al de prepuesta una alta proporción de la misma tendrá sus necesidades de calcio satisfechas. Con una manada no uniforme las primeras aves que entran en puesta pueden no estar recibiendo suficiente calcio, mientras que los que lo hacen más tarde pueden estar recibiendo demasiado, lo que puede alterar su metabolismo cálcico y afectar su capacidad para mantener la calidad de la cáscara y un esqueleto saludable.

Manejo de gallinas para la salud ósea a largo plazo y para la calidad de la cáscara

Al inicio de la puesta la gallina tiene la máxima cantidad de hueso estructural que tendrá, hasta que pasa por una muda. **En las gallinas de alta producción la pérdida de hueso estructural con el tiempo es inevitable, pero la clave es minimizar la velocidad con la que ocurre.** Ello implica maximizar la medida en que el hueso medular actúa como una capa protectora en las superficies óseas estructurales y reducir la necesidad de movilizar el calcio óseo para apoyar la formación de la cáscara.

Por lo tanto, **optimizar el suministro de calcio dietético es esencial para la salud esquelética a largo plazo y la calidad de la cáscara**. Con unas reducciones moderadas del calcio del pienso, por los niveles recomendados por las empresas de genética, las modernas ponedoras pueden mantener una elevada producción y una alta calidad de la cáscara con sólo unos efectos mínimos en sus reservas esqueléticas de calcio. Esto indica tanto una resistencia a ligeras reducciones en el suministro de calcio y fósforo como y una capacidad para utilizar sus reservas minerales óseas para mantener la formación de cáscara.



Aunque las modernas ponedoras son más resistentes a la "fatiga de la batería" que en el pasado, su alto nivel de producción durante largos ciclos de puesta puede predisponerlas a problemas con la calidad esquelética y de la cáscara a largo plazo.

Como un huevo contiene aproximadamente un 10 % de cáscara, esto significa que uno de 60 g tiene unos 6 g de la misma, compuesta de alrededor de un 95 % de $CaCO_3$, con un total de 2,3 g de calcio. **Este calcio se obtiene, en proporciones variables, directamente de la dieta** - absorbida desde el intestino y transportada a través de la sangre al útero -, o bien del hueso - un mineral óseo, tanto calcio como fósforo, reabsorbido por los osteoclastos y el aquel transportado por la sangre al útero -.

Aproximadamente, del 60 al 75 % del calcio de la cáscara proviene directamente de la alimentación en los días en que ésta se forma y cuanto mayor sea la proporción que tiene este origen mayor tiende a ser la calidad de la misma.

Por lo tanto, los factores que aumentan la calidad de la cáscara también reducirán la necesidad de movilizar el calcio del hueso, lo que tenderá a mantener la salud esquelética.

Como la calidad de la cáscara está relacionada negativamente con la fortaleza ósea, esta relación, probablemente, también afecta la salud a largo plazo del esqueleto, especialmente porque las ponedoras modernas pueden mantener aquella a expensas de la mineralización ósea. Después del pico de puesta la capacidad de depositar calcio en la cáscara permanece relativamente constante, lo que significa que el aumento en el peso del huevo originará una menor calidad de la misma.

A medida que las gallinas envejecen los requerimientos dietéticos para el calcio tienden a aumentar y para el fósforo a disminuir. Y a medida que las gallinas envejecen, la eficiencia del metabolismo del calcio disminuye, incrementándose el contenido en el pienso y ampliándose la relación con el fósforo, destinada a contrarrestar esto. **Se debe tener cuidado de no suministrar un exceso de calcio, que puede reducir la calidad de los huesos y la cáscara e interferir con la actividad de la fitasa exógena.** El exceso de fósforo dietético también puede reducir la calidad de la cáscara.

Debido a su importancia en la absorción de calcio y fósforo del intestino, también se debe proporcionar una cantidad adecuada de vitamina D en el pienso. El suministro del metabolito de vitamina D 25-OH puede ayudar a mantener la calidad esquelética y la de la cáscara en las ponedoras de alta producción.

Una gallina ovula aproximadamente de 15 a 75 minutos después de la oviposición y el óvulo tardará unas 4,25 horas en llegar al útero en el que la calcificación tarda aproximadamente 17 horas. Dado que las gallinas tienden a poner los huevos en la mañana y al principio de la tarde pueden utilizar el calcio y el fósforo dietéticos para reponer sus reservas óseas medulares durante las primeras 5 horas después de la oviposición.

Cuando el óvulo llega al útero la demanda de calcio aumenta dramáticamente para ayudar a la formación de la cáscara.

El mayor nivel de acumulación mineral de cáscara se produce de 5 a 15 horas después de haber entrado el huevo en el útero, lo que sucede al final de la tarde y durante la noche antes de poner el huevo.

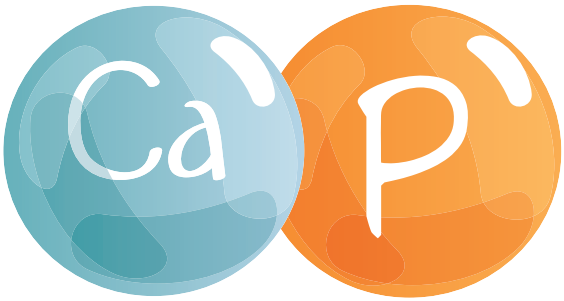
Si una gallina recibe una dieta que contiene sólo una fuente de calcio en forma de partículas pequeñas, como piedra caliza finamente molida, el intestino quedará desprovisto de una fuente de la misma durante la noche, cuando la demanda es más alta. En ese punto, la gallina dependerá completamente del calcio del hueso para ayudar en la formación de cáscara. Sin embargo, una partícula grande - 2 a 4 mm -, disuelve lentamente el calcio dietético, que se conservará en la molleja durante un largo período de tiempo, liberándose gradualmente para su absorción por el tracto digestivo y proporcionando así una fuente directa del mismo durante toda la noche y reduciendo la necesidad de movilización del de origen óseo. Una combinación de un tercio de partículas pequeñas y dos tercios grandes proporcionarán un calcio fácilmente disponible a la gallina cuando comienza alimentarse al principio del día, con aquellas, así como una fuente de liberación lenta, para ayudar a la formación de cáscara, durante la noche, con éstas.

En condiciones de estrés térmico, el aumento del ritmo respiratorio puede originar un aumento de la pérdida de CO_2 del ave, reduciendo los iones de bicarbonato y causando una alcalosis respiratoria y un aumento en el pH de la sangre. Una reducción de los iones de bicarbonato en el útero reduce la formación de $CaCO_3$ y disminuye la calidad de la cáscara. El estrés por calor también puede reducir la ingesta de pienso y, por tanto, la de calcio, así como la calidad de la cáscara, en consecuencia.

La alimentación de medianoche es la adición de una a dos horas de luz en medio de la oscuridad para permitir a las aves el consumo de pienso, con lo que tenderán a disminuir su ingesta durante el día para reducir la termogénesis inducida por la dieta y recibiendo una parte durante la noche, cuando las

temperaturas son habitualmente más frías. Por lo tanto, con ello aumenta la ingesta diaria general de pienso y de calcio. Además, ello también puede tener el beneficio de proporcionar una fuente dietética de calcio para ayudar en la formación de cáscara de huevo durante la noche y reducir la dependencia de las reservas óseas. **Si la luz suplementaria se proporciona con un número suficiente de horas de oscuridad antes y después, las aves no la perciben en medio de la noche como el comienzo de un nuevo día, y la regulación de la producción de huevos no se ve afectada.**

Debido a que los requerimientos de calcio y fósforo, así como a que la eficiencia de la absorción de estos nutrientes fluctúa a lo largo del día, algunos investigadores han comenzado a investigar el concepto de alimentación secuencial, en el que la composición del pienso ofrecido a la gallina se modifica para reflejar las cambiantes necesidades de nutrientes en el transcurso de un día. Se necesitan más trabajos para determinar si un enfoque de este tipo puede tener éxito.



En situaciones agudas de calidad reducida de la cáscara debido a errores de mezcla del pienso - deficiencia en calcio -, una reducción de la ingesta debido a altas temperaturas ambientales, u otros factores, puede ser posible **proporcionar calcio adicional en el agua, o por un reparto separado de partículas grandes de calcio**.

La suplementación de calcio en el agua puede ser eficaz, pero con precaución, ya que si es prolongada puede originar depósitos cálcicos en las conducciones y las gallinas pueden no ser capaces de regular su ingesta de calcio.

El reparto adicional de una fuente de calcio en forma de partículas gruesas requiere más trabajo, pero ya que las gallinas tienen apetito por el mismo y pueden regular su ingesta en función de sus necesidades, es poco probable que tenga lugar un sobreconsumo.

También se han ensayado otros enfoques para manejar la calidad esquelética y la de la cáscara, como son los niveles de cobre - un componente de lisol oxidasa -, el manganeso – que es parte de las transferencias de glicosil - y el zinc – que se encuentra en la anhidrasa carbónica -, **unos oligoelementos implicados en la calcificación de la matriz de colágeno de la membrana de la cáscara, así como en la formación de la matriz orgánica del hueso.** Los oligoelementos orgánicos pueden tener mayor biodisponibilidad que las fuentes inorgánicas y aumentar la calidad de la cáscara.

La calidad de las grasas dietéticas también puede influir en la de la cáscara pues las saturadas pueden formar jabones insolubles que no son bien digeridos por las aves aunque el efecto puede ser mayor en los broilers que en las gallinas.

Los altos niveles de ingesta de sal reducen la formación de la cáscara y si el agua de bebida de las gallinas tiene un elevado contenido de sodio, la adición de sal a la dieta debe reducirse en consecuencia. Hay evidencia de que en el mismo nivel de exceso, el sodio del agua tiene un mayor impacto negativo en la calidad de la cáscara que el sodio del pienso.

Además del avance hacia unos ciclos de producción más largos, el paso de la producción de huevos en jaulas a sistemas de alojamiento más extensos, que ha tenido lugar de forma

global, también puede presentar unos retos adicionales. Aunque la oportunidad de un mayor ejercicio puede incrementar la fuerza ósea en general, **la mayor libertad de movimientos puede aumentar la incidencia de fracturas de esternón** debido a colisiones con estructuras tales como los aseladeros. Además, **la mayor exposición de las gallinas al polvo ambiental y a bacterias puede aumentar la inflamación sistémica que, a su vez podría reducir la calidad ósea y la calidad de la cáscara**.

Debido a que la formación ósea estructural no tiene lugar después del comienzo de la puesta a menos que el ave pase por una muda, es imperativo que la calidad esquelética se mantenga a un nivel lo más alto posible durante todo el ciclo de producción. Las condiciones que originan una movilización excesiva de mineral óseo para ayudar en la formación de la cáscara pueden originar un mayor riesgo de huesos rotos con el tiempo. Esto no sólo es causa de una pérdida de productividad y del bienestar de las aves, sino también en un daño irreparable en el esqueleto de la gallina en puesta.

Los impactos negativos se pueden controlar, pero no revertir, mientras las gallinas están en producción.

Por tanto, un desarrollo adecuado de la pollita, el momento de la fotoestimulación para asegurar que las aves tengan el suficiente desarrollo esquelético y el empleo de factores nutricionales y de manejo para reducir el uso del calcio del hueso son aspectos clave para mantener la salud esquelética y la calidad de la cáscara durante los más largos ciclos de producción.