

# Pontos-chave para manter as galinhas poedeiras bem nutridas e saudáveis

## VOLUME II



**Escrito por:**

Lukas Jasiūnas (Healthier Hens)

Kikiopé Oluwarore (Healthier Hens)

Isaac Esparza (Healthier Hens)

**Traduzido e adaptado por:**

Elaine Cristina de Oliveira Sans

(Iniciativa MIRA)

**Revisado por:**

Elsa Helena Barreto (Iniciativa MIRA)

**Design:**

Anaryá Mantovanelli (Carrots Comunicação Animalista)

# SUMÁRIO

<b>1. Introdução</b>	<b>04</b>
<b>2. As diretrizes do NRC</b>	<b>05</b>
<b>3. Importância de considerar os sistemas de criação e outros fatores</b>	<b>08</b>
3.1 Fraturas do osso da quilha	09
3.2 Especificidades da fratura	11
3.3 Galinhas poedeiras mantidas em gaiolas	15
<b>4. Nutrientes essenciais para a saúde e integridade óssea de galinhas poedeiras</b>	<b>17</b>
4.1 Cálcio	18
4.1.1 Genética, tipo ósseo e idade da galinha poedeira	21
4.2 Fósforo	22
4.3 Vitamina D	23
4.4 Outros nutrientes, minerais e suplementos	24
4.4.1 Fitase	25
4.4.2 Ômega 3	25
<b>5. Bibliografia</b>	<b>26</b>

# 1. INTRODUÇÃO

Estudos recentes mostram que até 97% das galinhas poedeiras mantidas comercialmente podem ter pelo menos uma fratura do osso da quilha, que pode levar até oito semanas para cicatrizar, indicando que essas aves sentem dor durante um período significativo de suas vidas. Este problema só pode ser resolvido e/ou amenizado utilizando-se uma combinação de intervenções em relação às instalações, nutrição e genética das aves.

Em particular, a nutrição das galinhas poedeiras têm sido constantemente estudada, mas tais informações se concentram principalmente na produtividade das aves. Também é possível observar que muitas recomendações se tornam desatualizadas rapidamente.

É importante notar que isolar os efeitos de um nutriente, mas não considerar o contexto no qual a ave está inserida, pode levar a resultados imprecisos, como por exemplo, alterar a quantidade do cálcio ofertado para as aves sem considerar o respectivo sistema de criação.

Sendo assim, este novo volume analisa requisitos nutricionais das galinhas em diferentes fases das suas vidas, de acordo com a linhagem, tipos de sistemas e a interação entre estes nutrientes, além de analisar nutrientes específicos que apoiam a saúde dos ossos das aves como o cálcio, fósforo e a vitamina D. É importante salientar que, embora aves mantidas em gaiolas se beneficiem de uma melhor nutrição, com menor desperdício, estas melhorias não neutralizam os problemas de bem-estar causados pelas restrições deste sistema.

Boa leitura!

---

## 2. AS DIRETRIZES DO NRC

As diretrizes do documento “Requerimentos Nutricionais para Aves” (Nutrient Requirements of Poultry) publicado pelo Conselho Nacional de Pesquisa (NRC - National Research Council) ainda é o padrão mais referenciado para informar sobre as composições dos alimentos para diversas espécies animais. Este documento considera que a saúde animal é parte integrante da elevada produção de ovos, embora não tenha uma abordagem no bem-estar animal.

O NRC foi estabelecido como parte da Academia Nacional de Ciências, em 1916, nos Estados Unidos e a primeira edição referente a Requerimentos Nutricionais para Aves foi lançada em 1944, durante a Segunda Guerra Mundial, estabelecendo nutrientes necessários para melhorar a nutrição e a produtividade das aves. A edição de 1994 é a mais recente.

A alimentação da galinha pode ser dividida em duas principais fases: antes e depois do início da postura. O regime alimentar ainda pode ser subdividido de acordo com as taxas de crescimento e consumo de ração dos diferentes períodos de vida das aves, conforme divisão do NRC em relação a quatro estágios de crescimento das frangas: 0 a 6 semanas de vida da ave, 6 a 12 semanas, 12 a 18 semanas e acima de 18 semanas. No entanto, os pesquisadores sugeriram que, nas últimas duas décadas, as necessidades minerais e vitamínicas tanto para frangas quanto para as galinhas poedeiras foram pouco estudadas, voltando a nutrição basicamente para deficiências nutricionais ou mortalidade e menos para a promoção da saúde, como melhoria dos ossos e da função imunológica.

Com relação às necessidades minerais, sugere-se que a idade das aves em que os níveis de nutrientes são aumentados é um importante parâmetro a ser considerado. Estudos mostraram que uma dieta fornecida a aves com 14 semanas de idade com 3,5% de cálcio não apresentou efeito adverso na integridade esquelética ou na função renal aparente. Por outro lado, fornecer uma dieta com 3,5% de cálcio para frangas com 7 semanas de idade aumentou a incidência de urolitíase, ou seja, o depósito de cristais nos rins provenientes de sais e minerais.

Enquanto isso, poucas pesquisas são observadas em relação aos requisitos de fósforo e vitamina D para frangas. Uma exceção é a recomendação de fornecer dietas com excesso de fósforo para aves que enfrentam estresse térmico. O NRC ainda destaca as diferenças nas necessidades nutricionais entre as linhagens de aves marrons e brancas. As galinhas marrons consomem mais ração, portanto, a ração de aves brancas precisa ter maior concentração de nutrientes essenciais para que estas aves absorvam a quantidade adequada.



Ainda com relação a vitamina D, seu uso excessivo pode causar intoxicação nas aves, bem como hipercalcemia e mineralização de tecidos moles. Esta vitamina ainda é suscetível à destruição por oxidação, a menos que sejam utilizados antioxidantes suplementares. Além disso, micotoxinas presentes na ração como a aflatoxina produzida pelo fungo *Aspergillus*, podem interferir na utilização da vitamina D. Portanto, a oxidação e a má utilização da vitamina D podem causar sua deficiência, mesmo que as aves recebam concentrações adequadas.

As deficiências de cálcio, fósforo ou vitamina D resultam em raquitismo e outros problemas ósseos nas aves. Apesar de um menor risco de toxicidade, os excessos de cálcio ou fósforo também devem ser evitados, pois podem dificultar a absorção intestinal de outros minerais. A nutrição inadequada da galinha poedeira ainda contribui para a incidência de outros problemas ósseos: tais como o aumento das patas, intensificado pela deficiência de niacina e zinco; perose causado pelo desequilíbrio de biotina, colina, vitamina B12, manganês, zinco e folacina; encurtamento e espessamento dos ossos das pernas causado por problemas no metabolismo do zinco e manganês; e dedos enrolados, pela deficiência de riboflavina.

Estas informações refletem que as diretrizes do NRC ainda são importantes na indústria de ovos, mas é necessário incluir as mudanças que as galinhas poedeiras e seus sistemas de criação sofreram ao longo destas últimas décadas.

### 3. IMPORTÂNCIA DE CONSIDERAR OS SISTEMAS DE CRIAÇÃO E OUTROS FATORES

Devido à crescente preocupação pública com o bem-estar animal, a prática de criação de galinhas poedeiras livres de gaiolas está em ascensão em muitos países, sendo importante ressaltar questões específicas que envolvem as aves alojadas neste sistema.

É fato que muitos produtores de sistemas sem gaiolas carecem de conhecimento com relação ao manejo das aves, nutrição, sanidade, comportamento, mas conforme esses colaboradores adquirem experiências, o bem-estar das galinhas tende a aumentar.

A taxa de mortalidade das aves, por exemplo, é reduzida em média de 0,35% a 0,65% a cada ano que os produtores adquirem experiência com sistemas sem gaiolas e nos anos mais recentes, não há diferença na mortalidade entre os sistemas de criação das aves em gaiola e livres de gaiola, dado que se contrapõe a ideia de que uma maior mortalidade é ligada somente à produção de galinhas soltas.

Galinhas livres de gaiolas também têm um aumento da atividade e repertório comportamental, fazendo com que seja possível que ocorra uma redução de nutrientes direcionados à produção de ovos. Entretanto, os ovos provenientes de aves livres de gaiolas têm uma casca mais resistente, possivelmente devido ao aumento dos níveis de cálcio ingerido do processo de forrageamento do solo.

## 3.1 Fraturas do osso da quilha

O dano no osso da quilha de galinhas poedeiras é uma preocupação de bem-estar global, haja visto que até 95% das aves no final do ciclo de postura exibem algum dano neste osso. Essas fraturas são provocadas por uma infinidade de fatores, devendo ser consideradas a idade da galinha, linhagem, sistema de criação, forma de identificação da fratura, entre outros.

A percepção de que sistemas livres de gaiolas aumentam a prevalência de fratura do osso da quilha pode não ser apoiada quando o contexto do sistema não é considerado. As galinhas poedeiras mantidas em sistemas sem gaiolas têm maiores oportunidades de se exercitar, o que leva a um fortalecimento ósseo.

Embora as aves possam sofrer fraturas de quilha e/ou desvios provocados pelo maior risco de colisões, este fato pode ser corrigido quando as pintainhas recebem desde cedo acesso a poleiros ou outras estruturas elevadas. Além destas estruturas permitirem a fuga de aves dominantes, também fornecerão resistência física e aprendizado necessário para não sofrer ou diminuir consideravelmente a incidência de lesões durante os pousos e decolagens das aves.

Aves mantidas em gaiolas também podem sofrer não necessariamente com as fraturas, mas com a deformação do osso da quilha. Além disso, parece que as linhagens que colocam ovos brancos são mais suscetíveis a deformações, enquanto as fraturas são mais frequentes em galinhas com altas taxas de postura.

Existem algumas evidências da relação positiva entre o peso corporal da ave adulta e a densidade mineral do osso da quilha, inclusive com galinhas mais pesadas exibindo densidades ósseas mais altas.

Também se verificou que aves com as maiores densidades minerais ósseas foram as mais resistentes às fraturas na quilha, indicando que essa propriedade desempenha um papel fundamental na determinação da força de ruptura do osso da quilha. No entanto, dados conflitantes mostram que o peso das galinhas pode desempenhar um papel na elevação do risco de fraturas. Portanto, mais pesquisas são necessárias para determinar o efeito do peso da ave e da densidade óssea sobre o risco de desenvolver desvios e/ou fraturas da quilha.

Além de sua alta prevalência, o dano no osso da quilha é doloroso e altera o comportamento das aves. Pesquisas com aves marrons e brancas mostraram que a saúde esquelética é prejudicada em todas as aves, independente da linhagem ou sistema de criação. Estratégias de manejo como o fornecimento de rampas de acesso, poleiros e ninhos podem ser adotadas para reduzir a incidência das fraturas. A força óssea das aves ainda pode ser melhorada fornecendo outras formas de praticar exercícios, evidência muito observada em sistemas livres de gaiolas.

Em geral, melhorias nos sistemas de criação e no manejo são importantes para lidar com lesões e fraturas do osso da quilha em galinhas poedeiras.

## 3.2 Especificidades das fraturas

Embora se acredite que as fraturas do osso da quilha sejam comumente causadas pelo impacto das aves com estruturas, um estudo recente que fez uso de tomografia computadorizada e histologia sugeriu que algumas fraturas podem resultar de pressões internas de postura de ovos.

Independentemente da causa, as galinhas que apresentam essas fraturas experimentam, além de dor e sofrimento anteriormente citadas, redução da produção, tamanho e qualidade dos ovos, aumento do consumo de ração e água e capacidade reduzida para empoleirar e voar. Essas aves ainda podem passar menos tempo descansando em pé e no chão, enquanto aquelas com fraturas graves ficarão mais tempo empoleiradas, possivelmente local onde se sentem mais seguras. Aves feridas também passarão menos tempo inativas, sugerindo que se sentem desconfortáveis, chegando à inquietação. Estudos ainda indicaram que aves com essas fraturas experimentaram um estado afetivo negativo.

Todas essas informações reforçam que a fratura do osso da quilha, além de dolorosa, influencia de maneira negativa sobre a saúde física, mental e comportamental das galinhas.

Uma análise de um sistema sem gaiolas na Suíça identificou que 99% das galinhas apresentaram pelo menos uma lesão óssea da quilha e 97% tiveram pelo menos uma fratura de quilha. Em 77% dos casos, o terço caudal (a parte inferior) do osso da quilha foi lesado.

Os pesquisadores registraram que, em média, as galinhas experimentaram três fraturas cada durante o ciclo de produção, com a maioria das fraturas ocorrendo entre 31 e 33 semanas de idade, ou seja, logo após o pico de postura. Ao atingir a maturidade sexual em torno de 16-18 semanas de idade, as galinhas deixam de produzir o osso estrutural e essa elasticidade em geral diminui.

Entretanto, reforçamos que isso conta com fatores como experiência tanto do produtor quanto das aves após serem alojadas em sistemas livres de gaiolas a estarem acostumadas a tais estruturas.

Apesar da eficiência de retenção de cálcio melhorar de acordo com a idade das aves, não parece ser suficiente, pois o risco de fraturas aumenta.

Pesquisadores sugerem que a diminuição de novas fraturas após 33 semanas de vida das aves poderia ser parcialmente explicada pelo aumento adicional da retenção de cálcio. Ainda foi possível observar uma estimativa do tempo necessário para cura dessas fraturas e de acordo com a lesão, pode-se levar até 36 semanas para cicatrização da fratura, embora a maioria tenha sido totalmente curada em 7 semanas.

Outro estudo indicou que galinhas marrons são mais suscetíveis a fraturas do osso da quilha, assim como aves mais suscetíveis também tendem a produzir ovos com menor resistência.

Em geral, parece que galinhas abaixo do peso, com alto requerimento de cálcio devido à alta produção de ovos e sem acesso à luz natural são mais suscetíveis a fraturas.

Apesar de ter alta densidade óssea, a ave de uma linhagem de postura de alto desempenho mostrou um risco de fratura significativamente maior do que uma linhagem de desempenho inferior.

Verificou-se ainda que a prevalência de fratura aumentou mais entre 33 e 40 semanas de vida das aves. Entretanto, o risco e a gravidade dos desvios do osso da quilha não foram afetados pelo nível de produção de ovos e pela linhagem, sugerindo que estas lesões são dois fenômenos independentes e causados por diferentes fatores. Além disso, não há consenso sobre como os desvios afetam o bem-estar das aves, ao contrário das fraturas, onde os estudos apontam para uma redução significativa do bem-estar das aves.

Estudos ainda mostram ser possível que galinhas mantidas em gaiolas apresentem perda contínua da massa óssea devido à restrição de movimento. Portanto, um sistema de criação no qual as aves têm maior atividade locomotora parece permitir maior integridade óssea. No entanto, as limitações em relação à metodologia deste estudo não permitiu aos autores distinguir entre o grau de mineralização e os diferentes tipos de ossos das aves. Isso é importante porque o osso medular que faz a reserva primária de cálcio das galinhas, oferece pouca integridade estrutural, apesar de ser relativamente alto em densidade radiográfica.

Portanto, avaliações radiográficas dos ossos de galinhas poedeiras devem ser acompanhadas de outras medidas, como um exame morfológico da estrutura óssea, para determinar com mais precisão os efeitos da dieta e sistema sobre a resistência óssea.

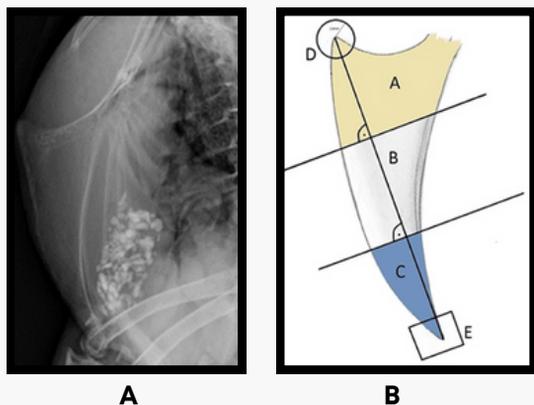


Figura 1. Vista latero-lateral (A) do osso da quilha de uma galinha caipira de 10 anos de idade, sem fraturas ou lesões visíveis e; (B) e vista latero-lateral de uma representação esquemática de um osso de quilha dividido em três partes, cada uma delas medindo um terço da linha base ao ápice: terço cranial (A), terço médio (B) e terço caudal (C). Os ápices são rotulados (D) (cranial;  $r = 15\text{mm}$ ) e (E) (caudal  $1/5$  de C). Fonte: Baur *et al.*, 2020.

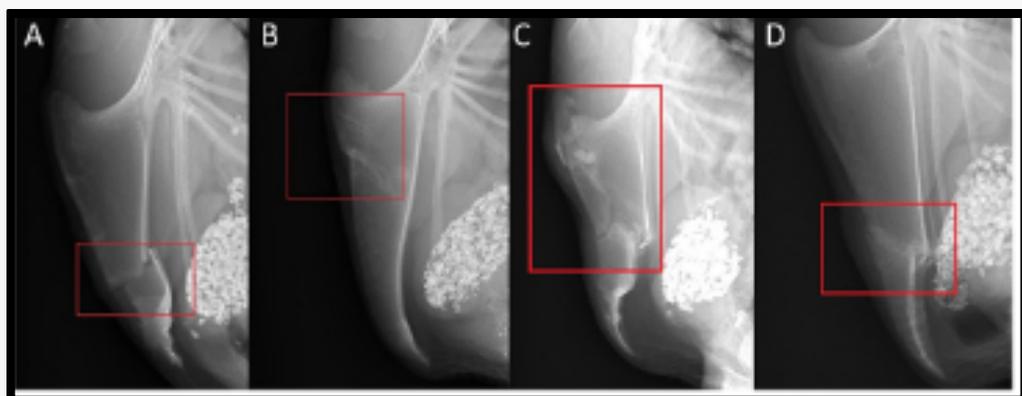


Figura 2. Exemplos de tipos e localizações de fraturas e lesões. (A) Visão látero-lateral de fratura transversa completa do osso da quilha no terço caudal (localização C) com luxação e angulação caudodorsal. (B) Vista látero-lateral de duas fraturas incompletas do osso da quilha oblíqua no terço cranial (localização A) com formação de degrau superficial ventral e leve angulação ventral na fratura caudal. (C) Visão látero-lateral de fratura cominutiva do osso da quilha no terço cranial e médio (localização AB) com luxação ventrocraniana e angulação do fragmento principal caudal. (D) Vista látero-lateral de fratura óssea em quilha em borboleta no terço médio e caudal (localização BC) com luxação ventral e angulação da borboleta e do fragmento principal caudal. Fonte: Baur *et al.*, 2020.

## 3.3 Galinhas poedeiras mantidas em gaiolas

Um estudo britânico identificou que a força e a densidade radiográfica dos úmeros (ossos superiores das asas) de galinhas mantidas em gaiolas eram de 40 a 50% menores do que aquelas livres de gaiolas. As galinhas mantidas em gaiolas também apresentaram tíbias (canelas) 25% mais fracas e 15% menos densas. Da mesma forma, segundo um estudo sueco, as asas quebradas eram quase três vezes mais comuns em galinhas mantidas em gaiolas e os úmeros tinham apenas metade da força, em média, de aves livres de gaiolas. Mesmo com tentativas de aumentar a eficiência metabólica das aves fornecendo a estas minerais extras, as galinhas em gaiolas exibiram um limite fisiológico de absorção de cálcio e fósforo.

Alguns pesquisadores indicam ser impossível prevenir a osteoporose melhorando apenas a dieta das aves. Entretanto, a suplementação extra parece ter um efeito limitado na redução da perda óssea estrutural durante o período de postura, pois também decorre da severa restrição de movimento, envolvendo um importante problema de bem-estar em si. Mesmo assim, melhorar a dieta pode ser um início para ajudar as aves, especialmente para aquelas alojadas em gaiolas. Pode-se iniciar aumentando os níveis de cálcio que podem levar a um aumento da resistência óssea, como por exemplo, 4,1% de cálcio, mesmo sendo um valor superior à recomendação do NRC.

De maneira geral, galinhas com danos ósseos são encontradas em todos os tipos de produção comercial, com prevalência variável entre sistemas, países e idade das aves, mas há uma clara relação entre fraturas e indicadores de bem-estar animal reduzido.

Evidências adicionais sugerem que outros problemas combinados podem provocar baixo grau de bem-estar das galinhas, como uma relação entre a ocorrência de pododermatite e a presença de fraturas ósseas da quilha no final do período de postura, sugerindo que galinhas com pododermatite podem ser mais propensas a escorregar ou cair dos poleiros. Da mesma forma, o dano do osso da quilha foi associado a uma cobertura de penas ruim. Embora o mecanismo para isso seja desconhecido, lotes de aves com altos níveis de bicadas prejudiciais podem ser mais observados em lotes mais medrosos, resultando em aves que com maior risco de fraturas devido ao processo de voo e/ou fuga ou permanecem mais tempo empoleiradas.

De maneira geral, as mudanças nos sistemas de produção precisam incluir questões em torno do bem-estar das galinhas poedeiras, sendo necessário estarem acompanhadas de maior conhecimento e treinamento dos profissionais, produtores e demais colaboradores, a fim de mitigar os riscos de fraturas e demais lesões das aves.



## **4. NUTRIENTES ESSENCIAIS PARA A SAÚDE E INTEGRIDADE ÓSSEA DE GALINHAS POEDEIRAS**

Existem nutrientes que desempenham papel fundamental no crescimento e saúde dos ossos das galinhas poedeiras. A seguir, são apresentadas informações sobre alguns destes nutrientes.

## 4.1 Cálcio

Aproximadamente 10% do volume total de cálcio do corpo de uma galinha é usado na produção diária da casca de um ovo e dessa porcentagem, metade é adquirida da dieta e a outra metade do osso medular. A casca de um ovo é feita de 90 a 95% de carbonato de cálcio, que também determina a resistência da casca. As atuais galinhas poedeiras colocam um ovo quase todos os dias, portanto, requerem cerca de 4 a 5g diárias de cálcio para manterem suas reservas.

Níveis apropriados de cálcio dependem tanto do cálcio presente na ração, da ingestão diária de ração e da relação entre cálcio e fósforo (Ca:P). Para pintainhas em crescimento e frangas, recomenda-se que essa proporção seja de 2:1, enquanto para galinhas adultas de 10:1 ou maiores. Vale ressaltar que a demanda de cálcio geralmente aumenta com a taxa de produção de ovos e a idade da galinha.

A mortalidade das galinhas e os parâmetros dos ovos também dependem da relação Ca:P, pois afeta a retenção de cálcio. A temperatura ambiente também pode determinar a eficiência com que a ave utiliza esses nutrientes. Estudos iniciais mostram que adicionar fósforo inorgânico pode reduzir a osteoporose e pode ser aplicado em um nível mais alto do que o ideal historicamente determinado na produção de ovos.

O aumento nos níveis de cálcio na dieta pode elevar a força do osso da tíbia e da casca do ovo, sendo observado um consenso de que à 70 semanas de vida, as galinhas já precisam de níveis mais elevados de cálcio do que os níveis observados em vários padrões.

---

Verifica-se, de maneira geral, que o cálcio é muito relevante para as aves. Verificou-se que houve um aumento da resistência óssea quando o cálcio foi fornecido no nível de 5,25% para galinhas de 80 semanas de idade, bem como o aumento dos níveis de cálcio de 2,5 para 5,0% no início da postura, levando a uma maior produção, densidade óssea e resistência à fraturas. Há inclusive, recomendações de que galinhas Hy-Line® W-36 sejam alimentadas com dietas contendo de 4,25 a 4,5% de cálcio e 5,1% a partir de 32 semanas de idade. Mesmo assim, pesquisadores destacam que 5% pode não ser suficiente para galinhas criadas em ambientes quentes.

Com relação a rigidez dos ossos, embora essa característica possa reduzir o risco de dano ósseo, os ossos que são muito frágeis e não flexíveis o suficiente ainda podem sofrer lesões. Entretanto, aves com 72 semanas que receberam cálcio adicional nas formas de farinha ou granulado exibiram rigidez e resistência à quebra dos ossos consideravelmente maiores do que aquelas sem cálcio extra. Além disso, a suplementação de cálcio ainda pode aumentar a qualidade do ovo, sem afetar negativamente a produção de ovos.

Aves que não recebem fonte extra de cálcio podem tentar consumir mais ração para ingerir mais deste mineral. Por outro lado, o tamanho da partícula também é importante. Foram demonstrados benefícios da alimentação de calcário grosso (tamanho de partícula de 1,5 a 4 mm) à tarde ou à noite, indicando ser vital que as aves tenham acesso a uma fonte de cálcio de alta qualidade à noite, pois sua resposta a um estado hipocalcêmico (baixo nível de cálcio no organismo) ocorre em minutos.

No caso da alimentação peletizada ou triturada, os componentes da matéria-prima são principalmente moídos, dificultando a adição de partículas grossas, sendo importante que este nutriente seja adicionado após a peletização para garantir o nível de cálcio adequado para as aves.

O sistema de criação também deve ser considerado, pois verificou-se que galinhas alojadas em aviários demonstram aumento de peso e força no osso da tíbia, provavelmente devido à maior atividade física, mas menor teor de cálcio neste mesmo osso, indicando que o maior consumo de cálcio nesse sistema possa levar a uma maior excreção de cálcio, possivelmente devido à uma má absorção. Esta informação indica que nem todos os parâmetros podem se correlacionar de maneira positiva.

Com relação a alimentação de frangas com calcário de partículas grossas, verificou-se melhora da mineralização óssea no início da maturidade sexual e redução de danos ao osso da quilha durante as fases tanto de franga quanto de poedeiras para aves marrons e brancas. Entretanto, a mesma suplementação foi associada à menor produção de ovos em galinhas marrons alojadas em aviários. Os pesquisadores sugerem que a maior densidade mineral óssea das frangas pode ter ocorrido devido ao aumento da formação óssea medular no início da maturidade sexual.

Independentemente do sistema ou linhagem, o uso de calcário grosso como fonte de cálcio mostrou ter potencial para diminuir a incidência de rupturas do osso da quilha em galinhas com 54 semanas de idade.

## 4.1.1 Genética, tipo ósseo e idade da galinha poedeira

Pesquisadores compararam os efeitos da genética das aves, ambiente e nutrição em relação à resistência óssea e descobriram que as melhorias na genética e dieta são questões independentes e aditivas, sendo a genética mais eficaz. A genética, por exemplo, melhorou a resistência do osso da tíbia em 65%, enquanto a ingestão ad libitum de calcário particulado melhorou somente 20%. Alimentar galinhas com partículas maiores de calcário a partir de 15 semanas de vida também resultou em maior resistência óssea e qualidade da casca do ovo. Com 25 semanas, a tíbia das aves estavam ligeiramente mais espessas, indicando maior crescimento ósseo.

A ingestão de cálcio deve ser monitorada continuamente. Os ossos podem contribuir com até 40% do cálcio necessário para cada ovo quando a concentração de cálcio na dieta é de 2%. A retirada de cálcio dos ossos pode ser ainda maior quando as aves recebem reações com baixas concentrações de cálcio, bem como durante a noite, quando nenhum cálcio é oferecido a elas, quando ocorre a maior parte do processo de calcificação da casca do ovo. Embora a quantidade de cálcio nos ossos seja suficiente para formar a casca de ovo, o cálcio extra fornecido é vital para complementar e restaurar as reservas das aves.

## 4.2 Fósforo

O NRC recomenda o fornecimento de fósforo disponível em 2,5 g/kg ou 250 mg/ave/dia, embora ressalte que os níveis observados na indústria são tipicamente mais altos. Muitas variáveis como a composição da ração, sistema de criação, idade da ave e estação do ano influenciam sobre a exigência fisiológica de fósforo.

O fósforo, por exemplo, é menos necessário para a ave se esta recebe rações à base de trigo, devido ao nível endógeno de fitase. Há registros de uma forte correlação entre a demanda de fósforo e as fases de produção de ovos: menos fósforo é necessário após o pico de postura. Dessa forma, verifica-se que poedeiras de 52 a 62 semanas obtêm fósforo suficiente em uma concentração de 1,5 g/kg.

A falta de informações sobre as exigências de fósforo para as atuais linhagens de galinhas poedeiras têm levado a indústria a aumentar o nível fornecido deste nutriente às aves em crescimento, uma vez que a baixa ingestão durante a primeira metade de vida das frangas resulta no aumento da prevalência de osteoporose quando estas passarem a colocar ovos. Entretanto, o uso do fósforo em excesso leva à questão da sustentabilidade devido às altas quantidades deste nutriente encontrados nas excretas das aves.

Estudos atuais mostram novas proporções de Ca:P. A Hy-Line International, por exemplo, recomenda proporções de cálcio total para fósforo disponível entre 8:1 e 13:1 durante o ciclo de postura, enquanto outras pesquisas sugerem proporções de até 28:1, sem impacto negativo significativo na produção de ovos e na qualidade da casca do ovo.

Embora o impacto no bem-estar das galinhas ainda não tenha sido avaliado completamente, alguns estudos com aves alojadas em gaiolas indicaram efeitos positivos da suplementação de fósforo. Os pesquisadores identificaram que o requisito de NPP (fósforo não fitato) para mineralização óssea e resistência do osso da tíbia foi maior do que para produção de ovos e qualidade de casca. Outro estudo verificou que a produção de ovos foi significativamente maior em 0,3% do que em 0,2% ou 0,4% de dietas com NPP. Verificou ainda um benefício no NPP adicional (>0,24%) em relação a um potencial alívio no quadro de inflamação sistêmica em galinhas poedeiras.

De maneira geral, há uma indicação clara de que alimentar as galinhas com uma dieta deficiente em fósforo durante o período de postura prejudica a qualidade do osso da quilha, possivelmente devido ao aparecimento de osteoporose. Entretanto, a suplementação de fósforo sem fitase exógena pode levar à diminuição da produtividade, consumo de ração ou maior mortalidade das aves. A suplementação de fitase ainda pode gerar ganhos adicionais na qualidade e força óssea das aves. É possível que o aumento dos níveis de fósforo para 0,57% ou o fornecimento de fitase (1.800 FYT/kg) leve a aumentos significativos na resistência do osso da tíbia sem gerar perdas no desempenho das aves.

## 4.3 Vitamina D

Ao contrário das aves com possibilidade de exposição à luz solar direta, fato que podemos observar em sistemas de criação de aves com acesso ao ambiente externo e/ou galpões com janelas, aves mantidas em aviários totalmente fechados/climatizados requerem suplementação de vitamina D.

A vitamina D é essencial para o metabolismo adequado do cálcio e fósforo e a manutenção da integridade esquelética. Sua deficiência é aparente em até 4 semanas, quando a casca do ovo fica mais fina.

Mesmo o acesso parcial ao ar livre é suficiente para que as aves iniciem a produção endógena de vitamina D. Em termos de suplementação, a vitamina D<sub>2</sub>, que ocorre naturalmente em plantas e fungos na forma de ergocalciferol, tem apenas um décimo da eficácia da vitamina D<sub>3</sub> (colecalfiferol). A provitamina D também pode ser convertida em colecalfiferol pela ação da luz dos raios ultravioleta B, especialmente nas áreas sem penas da pele das aves. A vitamina D<sub>3</sub> pode ser absorvida pelas aves com uma eficiência de 60 a 70%.

Os benefícios da adição de vitamina D<sub>3</sub> e seus metabólitos também foram verificados em galinhas alojadas em gaiolas. A suplementação de níveis inferiores a 100.000 UI/kg melhorou significativamente a força óssea das aves sem gerar acúmulo prejudicial de cálcio em seus órgãos. A vitamina D<sub>3</sub> ainda aumentou a produção de ovos quando comparada a produção de aves sem suplementação e quando houve o uso de 2200 UI/kg de vitamina D<sub>3</sub> juntamente com a 1 $\alpha$ -hidroxivitamina D<sub>3</sub> (metabólito sintético dessa vitamina), ocorreu um ligeiro aumento na força do osso da tíbia.

## 4.4 Outros nutrientes, minerais e suplementos

## 4.4.1 Fitase

A suplementação de dietas das aves com fitase mostrou aumentar o conteúdo mineral ósseo e a densidade óssea das galinhas, independente do nível de fósforo. A suplementação ainda melhorou o peso corporal das galinhas alimentadas com ração de baixo teor de fósforo e utilização de cálcio em dietas deficientes desse nutriente. Entretanto, muitos fatores afetam a eficácia da fitase como sua fonte, concentração e relação Ca:P, sendo que ela é mais eficiente quando fornecida em dietas com baixo teor de fósforo e cálcio suficiente. Sua suplementação, em geral, não afeta a produção de ovos.

## 4.4.2 Ômega 3

Observou-se menor prevalência de fraturas do osso da quilha em galinhas livres de gaiolas que receberam alimentos enriquecidos com ácidos graxos ômega-3 (n3). As aves ainda apresentaram maior capacidade de carga na quilha, tibias e úmeros mais flexíveis.

Esses resultados apoiam estudos de que dietas suplementadas com n3 podem reduzir fraturas, pois aumentam a resistência óssea, sem prejudicar a produção de ovos. No entanto, deve-se cuidar com a dosagem, pois quantidades excessivas ou altos níveis de ácidos graxos poliinsaturados C20/22 podem levar a problemas como aumento do risco de fraturas e queda na produtividade. Entretanto, ainda há pouca informação sobre a interação entre ômega-3 e outros nutrientes como cálcio, fósforo e vitamina D3. Já quando fornecido um nível mais baixo na proporção de ômega-3 para ômega-6 (0,767 vs. 1,35), as galinhas mantiveram o nível de produção de ovos e diminuíram a mortalidade, mas recomendam-se mais pesquisas sobre seu efeito na dieta das aves.

# 5. BIBLIOGRAFIA

An, S.H.; Kim, D.W.; An, A.B. 2016. Effects of dietary calcium levels on productive performance, eggshell quality, and overall calcium status in aged laying hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 29(10), p.1477.

Baur, S.; Rufener, C.; Toscano, M.J.; Geissbühler, U. 2020. Radiographic evaluation of keel bone damage in laying hens - morphologic and temporal observations in a longitudinal study. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, p.129.

Bryden, W.L.; Li, X., Ruhnke, I.; Zhang, D.; Shini, S. 2021. Nutrition, feeding and laying hen welfare. *Animal Production Science*.

Campbell, D.L.M. 2020. Skeletal health of layers across all housing systems and future research directions for Australia. *Animal Production Science*.

Candelotto, L.; Stratmann, A.; Gebhardt-Henrich, S.G.; Rufener, C.; van de Braak, T.; Toscano, M.J. 2017. Susceptibility to keel bone fractures in laying hens and the role of genetic variation. *Poultry Science*, 96(10), p.3517-3528.

de Matos, R. 2008. Calcium metabolism in birds. *Veterinary Clinics of North America: exotic animal practice*, 11(1), p.59-82.

do Nascimento, G.R.; Murakami, A.E.; Guerra, A.F.Q.M.; Ospinas-Rojas, I.C.; Ferreira, M.F.Z.; Fanhani, J.C. 2014. Effect of different vitamin D sources and calcium levels in the diet of layers in the second laying cycle. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 16(2), p.37-42.

Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de boas práticas na produção de galinhas poedeiras. 2020.

Eusebio-Balcazar, P.E.; Purdum, S.; Hanford, K.; Beck, M.M. 2018. Limestone particle size fed to pullets influences subsequent bone integrity of hens. *Poultry Science*, 97(5), p.1471-1483.

Eusemann, B.K.; Baulain, U.; Schrader, L.; Thöne-Reineke, C.; Patt, A.; Petow, S. 2018. Radiographic examination of keel bone damage in living laying hens of different strains kept in two housing systems. *PLoS One*, 13(5), p.e0194974.

- Eusemann, B.K.; Patt, A.; Schrader, L.; Weigend, S.; Thöne-Reineke, C.; Petow, S. 2020. The role of egg production in the etiology of keel bone damage in laying hens. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, p.81.
- Fernandez, S.R.; Chárraga, S.; Avila-Gonzalez, E. 2019. Evaluation of a new generation phytase on phytate phosphorus release for egg production and tibia strength in hens fed a corn-soybean meal diet. *Poultry Science*, 98(5), p.2087-2093.
- Fleming, R.H.; McCormack, H.A.; McTeir, L.; Whitehead, C.C. 2006. Relationships between genetic, environmental and nutritional factors influencing osteoporosis in laying hens. *British Poultry Science*, 47(6), p.742-755.
- Frost, T.J.; Roland Sr, D.A.; Untawale, G.G. 1990. Influence of vitamin D3, 1 $\alpha$ -Hydroxyvitamin D3, and 1, 25-Dihydroxyvitamin D3 on eggshell quality, tibia strength, and various production parameters in commercial laying hens. *Poultry Science*, 69(11), p.2008-2016.
- Gebhardt-Henrich, S.G.; Fröhlich, E.K. 2015. Early onset of laying and bumblefoot favor keel bone fractures. *Animals*, 5(4), p.1192-1206.
- Golden, J.B.; Arbona, D.V.; Anderson, K.E. 2012. A comparative examination of rearing parameters and layer production performance for brown egg-type pullets grown for either free-range or cage production. *Journal of Applied Poultry Research*, 21(1), p.95-102.
- Gordon, R.W.; Roland Sr, D.A. 1997. Performance of commercial laying hens fed various phosphorus levels, with and without supplemental phytase. *Poultry Science*, 76(8), p.1172-1177.
- Habig, C.; Henning, M.; Baulain, U.; Jansen, S.; Scholz, A.M.; Weigend, S. 2021. Keel bone damage in laying hens: its relation to bone mineral density, body growth rate and laying performance. *Animals*, 11(6), p.1546.
- Härtel, H., 1990. Evaluation of the dietary interaction of calcium and phosphorus in the high producing laying hen. *British Poultry Science*, 31(3), p.473-494.
- Hans-Heinrich Thiele. Optimal Calcium Supply of Laying Hens, *Poultry News*. 2015, [https://drive.google.com/file/d/12qE0Iu110IM8Iyb9MGRxOC3aPcKyh\\_-d/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/12qE0Iu110IM8Iyb9MGRxOC3aPcKyh_-d/view?usp=sharing)
- Hy-line, Technical Update: Understanding the role of the skeleton in egg production. 2016. <https://drive.google.com/file/d/13tPJWxplUriq-hPZW9zTfOt0J8IRmUZF/view?usp=sharing>

Kerschnitzki, M.; Zander, T.; Zaslansky, P.; Fratzl, P.; Shahar, R.; Wagermaier, W. 2014. Rapid alterations of avian medullary bone material during the daily egg-laying cycle. *Bone*, 69, p.109-117.

Keshavarz, K. 1987. Influence of feeding a high calcium diet for various durations in prelaying period on growth and subsequent performance of white leghorn pullets. *Poultry Science*, 66(10), p.1576-1582.

Keshavarz, K. 2003. The effect of different levels of nonphytate phosphorus with and without phytase on the performance of four strains of laying hens. *Poultry Science*, 82(1), p.71-91.

Klasing, K.C. *Nutritional Requirements of Poultry*, MSD Veterinary Manual, 2015, [https://drive.google.com/file/d/10HYIogp65\\_M66nf70vAoE1PPHLdrHKYk/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/10HYIogp65_M66nf70vAoE1PPHLdrHKYk/view?usp=sharing).

Koutoulis, K.C.; Kyriazakis, I.; Perry, G.C.; Lewis, P.D. 2009. Effect of different calcium sources and calcium intake on shell quality and bone characteristics of laying hens at sexual maturity and end of lay. *Int J Poult Sci*, 8(4), p.342-348.

Kühn, J.; Schutkowski, A.; Kluge, H.; Hirche, F.; Stangl, G.I. 2014. Free-range farming: a natural alternative to produce vitamin D-enriched eggs. *Nutrition*, 30(4), p.481-484.

Leeson, S.; Summers, J.D. 1987. Effect of immature body weight on laying performance. *Poultry Science*, 66(12), p.1924-1928.

Leeson, S. 1986. Nutritional considerations of poultry during heat stress. *World's Poultry Science Journal*, 42(1), p.69-81.

Li, X.; Zhang, D.; Bryden, W.L. 2017. Calcium and phosphorus metabolism and nutrition of poultry: are current diets formulated in excess? *Animal Production Science*, 57(11), p.2304-2310.

Li, X et al. Available phosphorus requirement of laying hens, Final Project Report, Australian Egg Corporation Limited, 2016. [https://drive.google.com/file/d/10Of-yy91qPNTuJ7czLf9UKYx15N1-\\_Bm/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/10Of-yy91qPNTuJ7czLf9UKYx15N1-_Bm/view?usp=sharing)

Morrissey, R.; Cohn, R.M.; Empson Jr, R.N.; Greene, H.L.; Taunton, O.D.; Ziporin, Z.Z. 1977. Relative Toxicity and Metabolic Effects of Cholecalciferol and 25-Hydroxycholecalciferol in Chicks. *The Journal of Nutrition*, 107(6), p.1027-1034.

National Research Council – NRC. 1994. Nutrient requirements of poultry. National Academies Press.

Nie, W.; Wang, B.; Gao, J.; Guo, Y.; Wang, Z. 2018. Effects of dietary phosphorus supplementation on laying performance, egg quality, bone health and immune responses of laying hens challenged with *Escherichia coli* lipopolysaccharide. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 9(1), p.1-11.

- Panda, A.K.; Rao, S.V.; Raju, M.V.L.N.; Bhanja, S.K. 2005. Effects of dietary non-phytate phosphorus levels on egg production, shell quality and nutrient retention in white leghorn layers. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 18(8), p.1171-1175.
- Persia, M.E.; Higgins, M.; Wang, T.; Trample, D.; Bobeck, E.A. 2013. Effects of long-term supplementation of laying hens with high concentrations of cholecalciferol on performance and egg quality. *Poultry Science*, 92(11), p.2930-2937.
- Poletto, R. Galinhas livres x galinhas em gaiolas. *Avinews Brasil*. 2<sup>o</sup> Trimestre de 2022.
- Ratkowski, C.; Fine, N.; Edelstein, S. 1982. Metabolism of cholecalciferol in vitamin D intoxicated chicks. *Isr. J. Med. Sci.* 18:695.
- Riber, A.B.; Casey-Trott, T.M.; Herskin, M.S. 2018. The influence of keel bone damage on welfare of laying hens. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, p.6.
- Roland Sr, D.A.; Bryant, M.M.; Rabon, H.W.; Self, J. 1996. Influence of calcium and environmental temperature on performance of first-cycle (phase 1) commercial leghorns. *Poultry Science*, 75(1), p.62-68.
- Rufener, C.; Makagon, M.M. 2020. Keel bone fractures in laying hens: a systematic review of prevalence across age, housing systems, and strains. *Journal of Animal Science*, 98 (Supplement 1), p. S36-S51.
- Schuck-Paim, C.; Negro-Calduch, E.; Alonso, W.J. 2021. Laying hen mortality in different indoor housing systems: a meta-analysis of data from commercial farms in 16 countries. *Scientific Reports*, 11(1), p.1-13.
- Swiatkiewicz, S.; Arczewska-Wlosek, A.; Jozefiak, D. 2015. Bone quality, selected blood variables and mineral retention in laying hens fed with different dietary concentrations and sources of calcium. *Livestock Science*, 181, p.194-199.
- Toscano, M.J.; Booth, F.; Wilkins, L.J.; Avery, N.C.; Brown, S.B.; Richards, G.; Tarlton, J.F. 2015. The effects of long (C20/22) and short (C18) chain omega-3 fatty acids on keel bone fractures, bone biomechanics, behavior, and egg production in free-range laying hens. *Poultry Science*, 94(5), p.823-835.
- Tůmová, E.; Vlčková, J.; Charvátová, V.; Drábek, O.; Tejnecký, V.; Ketta, M.; Chodová, D. 2016. Interactions of genotype, housing and dietary calcium in layer performance, eggshell quality and tibia characteristics. *South African Journal of Animal Science*, 46(3), p.285-293.

Turner J.; Lymbery P. J. Brittle Bones: Osteoporosis and the battery cage. *Compassion In World Farming* (Petersfield, UK, 1999). 21.

Wang, J.; Yue, H.; Wu, S.; Zhang, H.; Qi, G. 2017. Nutritional modulation of health, egg quality and environmental pollution of the layers. *Animal Nutrition*, 3(2), p.91-96.

Wei, H.D.; Chen, Y.J.; Zeng, X.Y.; Bi, Y.J.; Wang, Y.N.; Zhao, S.; Li, J.H.; Li, X.; Zhang, R.X.; Bao, J. 2021. Keel-bone fractures are associated with bone quality differences in laying hens. *Animal Welfare*, 30, p.71-80.

Wideman Jr, R.F.; Closser, J.A.; Roush, W.B.; Cowen, B.S. 1985. Urolithiasis in pullets and laying hens: role of dietary calcium and phosphorus. *Poultry Science*, 64(12), p.2300-2307.

Wilson, S.; Duff, S.R.I.; Whitehead, C.C. 1992. Effects of age, sex and housing on the trabecular bone of laying strain domestic fowl. *Research in Veterinary Science*, 53(1), p.52-58.

