

Artigo Número 89

INFLUÊNCIA DOS LIPÍDIOS DA DIETA SOBRE O DESENVOLVIMENTO ÓSSEO DE FRANGOS DE CORTE

Verônica Maria Pereira Bernardino¹

Introdução

A avicultura de corte tem evoluído muito nos últimos anos, devido à engenharia genética, manejo e nutrição dessas aves, buscando cada vez mais qualidade para atender as exigências dos consumidores.

Muitos nutrientes presentes nas dietas avícolas influenciam o crescimento e a manutenção do esqueleto, sendo Cálcio (Ca), Fósforo (P) e Vitamina D3 os mais estudados. Recentemente, os efeitos benéficos dos ácidos graxos no metabolismo ósseo têm sido relatados em pesquisas com aves comerciais.

O lipídio da dieta é um importante suprimento de energia e ácidos graxos essenciais. Segundo Lara et al. (2006), o perfil de ácidos graxos da gordura da carcaça inteira de frangos de corte é influenciado pela fonte lipídica utilizada nas rações, podendo então, modificar a dieta para produção de alimentos que além de suas características nutritivas trazem outros benefícios aos consumidores, e também permite tentar minimizar perdas no processo produtivo, buscando, por exemplo, uma melhora no desenvolvimento ósseo.

Em função da influência do metabolismo dos lipídeos da dieta sobre os fosfolipídeos também presentes no tecido ósseo, as gorduras presentes nas dietas e, mais especificamente o conteúdo e proporção dos ácidos graxos dessas gorduras, têm sido estudados mais intensivamente devido às suas propriedades benéficas ao metabolismo ósseo como modificadores da morfologia celular, além de sua função de prover energia e ácidos graxos essenciais (MAZZUCO, 2006).

Objetivou-se com esta revisão mostrar a influência dos lipídios da dieta sobre o desenvolvimento ósseo.

Metabolismo dos Lipídios em Frangos de Corte

A função primária dos lipídios, como nutriente, é o armazenamento e a produção de energia. Outras funções que podem ser atribuídas aos lipídios referem-se à fonte de ácidos graxos essenciais, solubilização de compostos apolares nos líquidos corporais e regulação do metabolismo animal, uma vez que fazem parte da estrutura de prostaglandinas e hormônios esteróides.

A maior parte dos lipídeos está armazenada nos adipócitos, células especializadas nesta função, sob a forma de triglicerídeos neutros altamente insolúveis. O agrupamento de adipócitos forma o tecido adiposo, localizado subcutaneamente. Porém, a maior parte da gordura em aves encontra-se como gordura abdominal, característica essa, indesejável para frangos de corte selecionados para ganho de peso e para aves de postura na fase de produção.

¹ Estudante de pós-graduação da Universidade Federal de Lavras-MG

No caso dos lipídios, o fígado, o sangue e o tecido adiposo merecem destaque. O fígado e o tecido adiposo são os principais sítios de atividade metabólica, enquanto que o sangue serve como sistema de transporte. Já o tecido muscular, como o esquelético e cardíaco, são importantes consumidores de ácidos graxos e corpos cetônicos.

Os ácidos graxos; linolênico, linoléico e araquidônico são denominados ácidos graxos essenciais, essencialidade esta, ligada a incapacidade do organismo em produzi-los em quantidades suficientes para atenderem sua demanda. São pertencentes à família do ômega-3 e ômega-6, encontrados nos óleos de origem marinha e linhaça e óleos de vegetais como de soja e milho, respectivamente e, portanto, devem ser suplementados na dieta.

Desenvolvimento do Tecido Ósseo

O tecido ósseo é o segundo tecido a ter seu desenvolvimento priorizado pelo organismo, atrás somente do sistema nervoso e à frente dos tecidos muscular e adiposo. Tal fato ilustra bem a importância de um correto e adequado desenvolvimento deste tecido.

O tecido ósseo é um tecido dinâmico e multifuncional, que consiste em matriz mineralizada e células vivas, incluindo condrócitos, osteoblastos, osteócitos, osteoclastos, células endoteliais, monócitos, macrófagos, linfócitos, e células hematopoiéticas. Os osteoblastos são células formadoras do tecido ósseo que se originam localmente a partir de células tronco mesenquimais. Os osteoblastos sintetizam e secretam matriz orgânica contendo colágeno tipo I. Liu (2000) cita que além de sintetizar a matriz óssea, osteoblastos também sintetizam várias proteínas, como a fosfatase alcalina, osteocalcina, bem como produzir inúmeros fatores regulatórios, tais como prostaglandinas, citocinas e fatores de crescimento, que estimulam a formação, bem como a reabsorção óssea.

O osteócito é um osteoblasto maduro aprisionado dentro da matriz óssea. É o responsável pela manutenção desta, pois possui a capacidade de sintetizar e de reabsorver a matriz óssea em uma extensão limitada. Cada osteócito ocupa um espaço, ou lacuna, dentro da matriz da qual partem canalículos ou prolongamentos que estabelecem contato com as células adjacentes (SANDY et al., 1996 apud OLIVEIRA, 2006).

Os osteoclastos são células que fazem a desmineralização óssea e a digestão da matriz do osso. Durante o crescimento ósseo, os osteoclastos são necessários para a reabsorção de cartilagem calcificada e modelação óssea. No animal adulto, essas células são responsáveis pela remodelação e, se necessário, elas mantêm as exigências de cálcio necessário para a homeostase (GAY et al., 2000).

A. Anormalidades Ósseas:

Devido ao crescimento rápido dos animais, a indústria avícola atualmente tem tido problemas com as deformidades ósseas. Os problemas de pernas podem estar associados às características genéticas dos animais, que apresentam crescimento e acúmulo de tecido muscular muito rápido, com o tecido ósseo se desenvolvendo a uma velocidade menor (SILVA et al., 2001).

A formação, remodelagem e alinhamento dos ossos, requerem mais tempo que o rápido crescimento permite; as deformidades podem estar relacionadas com nutrientes específicos, enzimas, hormônios, ou requerimento de oxigênio pelas células especializadas (proliferação dos condrócitos); ou podem estar relacionados com o

metabolismo dos produtos (ácido láctico, dióxido de carbono) que são aumentados devido ao rápido crescimento (OLIVEIRA, 2000).

Discondroplasia Tibial:

A discondroplasia tibial (DT) é caracterizada pela formação de uma massa anormal de cartilagem, não vascularizada, pobremente mineralizada e de tamanho irregular, situada abaixo da placa epifisária e ocupando a extremidade proximal dos ossos longos, principalmente na tíbia.

Esse distúrbio aparece frequentemente entre a 3ª e 8ª semana de vida do frango, ocasionando queda de desempenho e descarte de aves no abatedouro, causando perdas relevantes.

A discondroplasia tibial é uma doença causada devido ao rápido crescimento das aves e ocorre quando as mesmas estão atingindo sua taxa máxima de crescimento, e esta, é responsável por grandes prejuízos da indústria avícola. Esta doença é um defeito local que ocorre na placa de crescimento de aves, e os animais de rápido crescimento são mais susceptíveis a apresentarem a lesão (PRAUL et al., 2000).

B. Regulação do Metabolismo Ósseo por Fatores Locais

A formação e a reabsorção óssea são reguladas por fatores produzidos localmente. Liu (2000) cita que determinados eicosanóides (como por exemplo, as prostaglandinas, leucotrienos) estimulam a formação e remodelação óssea. Em baixas concentrações, a PGE2 estimula a formação óssea, e em altas concentrações, estimula a reabsorção óssea. Além disso, a PGE3 e os leucotrienos, especificamente, LTB4, LTC4 e LTD4 são potentes estimuladores de reabsorção óssea. Além dos eicosanóides, as citocinas e fatores de crescimento local produzidos por células imunológicas e osteoblastos exercem efeitos poderosos sobre o osso.

Os lipídios têm um papel importante na produção e na regulação dos eicosanóides. Estes são derivados do ácido linoléico, e do ácido araquidônico (AA) serão precursores da prostaglandina E2 (PGE2), enquanto o ácido linolênico inibe a enzima dessaturase, que diminui a produção de ácido araquidônico (HIRAYAMA, 2006) e conseqüentemente a produção de PGE2. Assim supõe-se que um alto consumo de alimentos ricos em ácido linoléico (LA) combinado a uma deficiência de ácido linolênico (LnA), pode provocar alguns distúrbios na produção de eicosanóides. Conseqüentemente, a superprodução de eicosanóides derivados do ω -6 que pode conduzir o animal a um estado pré-inflamatório. Diminuir a relação dietética de LA:LnA poderia atenuar o desenvolvimento e/ou a progressão da doença diminuindo o AA do tecido e conseqüentemente a produção de eicosanóides (WATKINS, 2000).

Watkins et al. (1996) apud Potença (2008) relataram que uma produção aumentada de PGE2 do osso na tíbia dos pintainhos que receberam dieta com o óleo de soja, rico em ω -6 foram associados com uma taxa mais baixa da formação do osso quando comparada com a dos pintainhos alimentados com uma relação dietética baixa de n-6/n-3. Há hipótese de que a relação dietética de ácidos graxos modula a produção e concentração de PGE2 no osso e assim influencia os outros fatores do crescimento e biossíntese de proteínas localizadas nos osteoblastos responsáveis pela a formação do osso.

Prostaglandinas:

Figueiredo (1997) apud Lins et al. (2007), define a prostaglandina como uma substância peptídica, sintetizada a partir da metabolização do ácido araquidônico pela via

ciclooxigenase, mediante a secreção e ativação da enzima fosfolipase A₂, sendo então, liberada por vários tipos celulares em resposta a diversos estímulos.

As prostaglandinas, especialmente a PGE₂, são produzidas a partir do ácido araquidônico e possuem efeito bifásico no metabolismo ósseo. Em baixas concentrações, a PGE₂ estimula a formação óssea, e em altas concentrações, estimula a reabsorção óssea devido ao aumento de replicação e diferenciação de novos osteoclastos (LIU, 2000).

Segundo Marks & Miller (1993) apud Watkins (2000), a PGE₂ é predominante em células ósseas e é considerado como um potente agente para regulamentar o modelamento e remodelamento ósseo.

Citocinas:

Citocinas são proteínas de baixo peso molecular com várias funções metabólicas e endócrinas. Elas incluem as famílias das interleucinas (IL), fatores de necrose tumoral (TNFs), interferons, e fatores de crescimento hematópóietico (ENDRES, 1996). As citocinas envolvidas no crescimento e desenvolvimento ósseo, bem como a saúde e a doença, incluem o fator de crescimento epidérmico (EGF), fator de crescimento fibroblástico (FGF), interferon- γ , IL-1, IL-6, TNF- α , TGF- α e TGF- β , e fatores de crescimento insulina (IGF-I, IGF-II).

A maioria das citocinas estimula a reabsorção óssea e pouca formação óssea. Liu (2000) relata que a IL-1, IL-6 e TNF interagem, induzindo reabsorção óssea osteoclástica cooperativamente ou independente, quer por indução à proliferação de células precursoras de osteoclastos ou induzindo a ativação de osteoclastos diferenciados. Produção excessiva dessas citocinas no osso está intimamente associada com a fisiopatologia da perda óssea e acabará por levar a várias doenças, incluindo a hipercalemia, osteopenia.

Liu (2000) suspeita que a síntese de citocinas para reabsorção óssea pode ser alterada por diferentes lipídios da dieta, afetando conseqüentemente o modelamento e o remodelamento ósseo.

Lipídios da Dieta e o Metabolismo Ósseo

As linhagens de frangos de corte usadas atualmente são selecionadas para um rápido crescimento e com maior desenvolvimento muscular. Porém, a incidência de problemas de pernas e fragilidade dos ossos tem aumentado, pois, o desenvolvimento do tecido ósseo não tem acompanhado o desenvolvimento do tecido muscular (SILVA et al., 2001). Estes problemas são preocupantes para a indústria avícola devido, principalmente, ao significativo índice de descarte no abatedouro em função de carcaças mal desenvolvidas, e por também causar perdas relativas ao desempenho das aves.

Dietas com baixa proporção de ômega 6: ômega 3 exercem efeitos benéficos sobre os ossos, como aumento da absorção do cálcio intestinal e redução do "turnover" ósseo, maior deposição de cálcio nos ossos; incremento ao transporte de cálcio no duodeno; elevada síntese de colágeno ósseo; aumento da IGF-1 (Fator de crescimento da insulina) circulante e, decréscimo na produção de prostaglandina atuante no osso (MAZZUCO, 2006).

Segundo Liu & Denbow (2001), os ácidos graxos poli-insaturados são importantes para a mineralização e a regulação da modelagem óssea, por servirem de substratos para

a síntese de substâncias, chamadas eicosanóides, que estariam envolvidas na regulação local do crescimento e desenvolvimento do osso.

O efeito dos lipídios sobre a mineralização e o metabolismo ósseo é um processo acumulativo e o fornecimento dietético por um grande período evidencia esse efeito sobre o desenvolvimento ósseo das aves (LIU et al., 2003).

Lipídios da Dieta Modificando o Perfil de Lipídios nos Ossos

Segundo Liu (2000) os ácidos graxos presentes nos ossos e cartilagens, são reflexos da composição dos lipídios da dieta. Watkins et al. (1991) verificaram que pintos de corte que foram alimentados com dieta semipurificada contendo óleo de soja hidrogenado tiveram menor concentração de ácido araquidônico na cartilagem. Em outro estudo, Xu et al. (1994) alimentados com dietas contendo óleo de peixe tiveram a concentração reduzida de ácido araquidônico e aumentada de ácido eicosapentanoico (EPA) na cartilagem, comparados com as aves que consumiram óleo de soja, manteiga mais óleo de milho, ou margarina mais óleo de milho. Mais recentemente, Watkins et al. (1997) revelou ainda que as aves alimentadas com óleo de peixe e tiveram maior concentração de ácidos graxos n-3 e a menor quantidade de 20:4(n-6) nos lipídeos ósseos. Além disso, as dietas contendo maior quantidade de ácidos graxos saturados e ácidos graxos C-18:1 resultou em alta acumulação destes ácidos graxos no osso.

Isômeros de ácido linoléico conjugado (CLA) foram incorporados no tecido ósseo de ratos alimentados com dieta suplementada com CLA (LIU, 2000).

Em alguns estudos foi verificado a influência do perfil lipídico da dieta sobre o tecido ósseo (WATKINS, et al., 2000; LIU & DENBOW, 2001) e que os lipídios fornecidos na alimentação podem afetar a composição dos ácidos graxos presentes nos fosfolipídios da membrana, influenciando a função da célula óssea.

Lipídios da Dieta Influenciando o Crescimento Ósseo em Animais

Diversos estudos com animais têm indicado que os lipídios da dieta podem promover ou prejudicar a formação óssea, bem como a modulação do conteúdo mineral do osso, e a síntese de algumas proteínas.

Sakaguchi et al. (1994) apud Liu (2000), relataram a interação entre a deficiência de estrógeno, ácidos graxos poli-insaturados e metabolismo ósseo. Quando as ratas foram ovariectomizadas receberam uma dieta rica em EPA e pobre em cálcio durante cinco semanas, os resultados mostraram que a administração de EPA impediu a perda óssea, bem como a diminuição da resistência óssea causada pela deficiência estrógeno.

Atteh et al. (1984) sugeriram que o tipo e nível de gordura dietética podem alterar significativamente cinzas do osso e conteúdo de cálcio ósseo em pintos de corte.

Dieta com alta concentração de gordura saturada, especialmente o ácido palmítico (16:0), pode prejudicar a mineralização óssea em pintos em crescimento (ATTEH et al., 1984).

Watkins et al. (1996) apud Liu (2000) demonstraram que a suplementação das dietas dos pintos com ácido linoléico prejudicou a síntese de colágeno e provocou a peroxidação lipídica em condrócitos epifisários.

Conclusão

Pesquisas atuais indicam que os lipídios da dieta desempenham um papel importante no metabolismo esquelético e na saúde óssea. A composição dos ácidos graxos de ossos e cartilagens podem ser reflexos do perfil de ácidos graxos na dieta. Ácidos graxos n-3 e gordura saturada na dieta diminuíram a concentração de 20:4 (n-6), a produção da PGE2, e elevou a produção de IGF-I no osso e aumentou a formação óssea em relação à dieta enriquecida com ácidos graxos n-6 em animais jovens. Portanto, os lipídios da dieta parecem modular parcialmente o metabolismo ósseo, mediante a regulação por fatores locais.

Referências Bibliográficas

ATTEH, J. O.; & S. LEESON. Effects of Dietary Saturated or Unsaturated Fatty Acids and Calcium Levels on Performance and Mineral Metabolism of Broiler Chicks. **Poultry Science**, v.63, p.2252-2260, 1984. Abstract.

GAY, C. V., et al. Perspectives on Osteoblast and Osteoclast function. **Poultry Science**, v.79, p.1005-1008, 2000.

HIRAYAMA, K. B; SPERIDIÃO, P. G. L; NETO, U. F. Ácidos graxos polinsaturados de cadeia longa. **The Electronic Journal of Pediatric Gastroenterology, nutrition and Liver Diseases**. v.10, 2006. Disponível em < <http://www.e-gastroped.com.br/sep06/acidosgraxos.htm> > Acesso em 10/11/2008.

LARA, J.C.L; BAIÃO, N.C.; AGUILAR, C.A.L. et al. Rendimento, composição e teor de ácidos graxos da carcaça de frangos de corte alimentados com diferentes fontes lipídicas. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, v.58, p.108-115, 2006.

LINS, R. D. A. U.; PEQUENO, M. T.; MELO, J. P. L. C.; FERREIRA, R. C; Q.; SILVEIRA, E. J. D.; DANTAS, E. M. Atividade Ósteo-reabsortiva na Doença Periodontal: o Papel das Citocinas e Prostaglandinas. **Rev. Cir. Traumatol. Buco-Maxilo-fac.**, v.7, n.2, p. 29 - 36, 2007.

LIU, D.; VEIT, H.P.; WILSON, J.H. et al. Long-term Supplementation of Various Dietary Lipids Alters Bone Mineral Content, Mechanical Properties and Histological Characteristics of Japanese Quail. **Poultry Science**, v.82, p.831-839, 2003.

LIU, D.; DENBOW, D.M. Maternal Dietary Lipids Modify Composition of Bone Lipids and ex vivo Prostaglandin E2 Production in Early Postnatal Japanese quail. **Poultry Science**, v.80, n.9, p. 1344-1352, 2001.

LIU, D. **The Effects of Dietary Lipids on Bone Chemical, Mechanical, and Histological Properties in Japanese Quail(COTURNIX C. JAPONICA)**. Blacksburg,

Virginia: Virginia Polytechnic Institute and State University, 2000, Dissertation (Doctor of Philosophy in Animal and Poultry Sciences).

MAZZUCO, H. Integridade Óssea em Poedeiras Comerciais: Influência de Dietas Enriquecidas com Ácidos Graxos Poliinsaturados e Tipo de Muda Induzida. 47. ed. Concórdia-SC: **EMBRAPA-CNPSA**. Série Documentos, 2006.

OLIVEIRA, A. F. G. **Estudo do Padrão de Crescimento Ósseo em Frangos de Corte de Diferentes Grupos Genéticos Criados em Duas Densidades Populacionais**. Maringá, Pr: Universidade Estadual de Maringá, 2006, Dissertação (Mestre em Zootecnia).

POTENÇA, A. **Fontes de Lipídios na Alimentação de Frangos de Corte**. Maringá, Pr: Universidade Estadual de Maringá, 2008, 01 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

PRAUL, C. A.; FORD, B. C.; GAY, C. V. et al. Gene expression and tibial dyschondroplasia. **Poultry Science**, v.79, p.1009-1013, 2000.

SILVA, F. A. da; MORAES, G. H. K. de; RODRIGUES, A. C. P.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; OLIVEIRA, M. G. A.; FONSECA, C. C.; FANCHIOTTI, F. E. Efeitos do ácido L-Glutâmico e da vitamina D₃ nos fêmures e tibiotarsos de pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30(6S): 2067-2077, 2001.

WATKINS, B.A. LI Y., ALLEN, K.G.D. et al. Dietary ratio of (n-6)/ (n-3) polyunsaturated fatty acids alters the fatty acid composition of bone compartments and biomarkers of bone formation in rats. **Journal of Nutrition**, v.130, n.9, p.2274-2284, 2000.

WATKINS, B. A., C. L. SHEN, J. P. MCMURTRY, H. XU, S. D. BAIN. Dietary Lipids Modulate Bone Prostaglandin E2 Production, Insulin-like Growth Factor-I Concentration and Bone Formation Rate in Chicks. **Journal of Nutrition**, v.127, p.1084-1097, 1997.

WATKINS, B. A., C. L. SHEN, M. F. SEIFERT, AND D. C. MCFARLAND. Dietary Lipid Modulates Fatty Acid Composition, PGE2 Biosynthesis and IGF-I in Chick Tibia. **Journal of Nutrition**, v.127, p.1084-1091, 1994.

WATKINS, B. A., C. C. WHITEHEAD, S. R. DUFF. Hydrogenated Oil Decreases Tissue Concentrations of n-6 Polyunsaturated Fatty Acids and may Contribute to Dyschondroplasia in Broilers. **Br. Poultry Science**, v.32, p.1109-1119, 1991. Abstract.

XU, H., WATKINS, B. A. and ADKISSON, H. D.. Dietary lipids modify the fatty acid composition of cartilage, isolated chondrocytes and matrix vesicles. **Lipids**, v.29, p.619-625, 1994.