

NUTRItime

REVISTA ELETRÔNICA

www.nutritime.com.br

ISSN-1983-9006

Revista Eletrônica Nutritime, Artigo 152
v.9, n° 01 p.1663- 1679 – Janeiro/Fevereiro 2012



Artigo Número 152

TECIDO ÓSSEO EM FRANGOS DE CORTE

Andréia Fróes Galuci Oliveira de Souza¹

¹Zootecnista, Mestre e Doutora em Produção Animal, Universidade Estadual de Maringá – UEM; email: froesgaluci@hotmail.com



INTRODUÇÃO

Com os constantes avanços tecnológicos obtidos e a utilização de aves altamente especializadas com grande potencial genético direcionado para o crescimento e demais índices zootécnicos de interesse, a avicultura brasileira apresenta alta eficiência e volume de produção. Em 2005, a produção brasileira de carne de frango totalizou até novembro 8,464 milhões de toneladas superando em 11% o volume produzido nos mesmos 11 meses de 2004 (Avisite, 2006). A exportação mundial de carne de frango em 2005 foi de 2,8 milhões de toneladas, deixando o Brasil como líder neste quesito (ABEF, 2006).

A avicultura de corte é uma das atividades, dentro do setor agropecuário, que mais se desenvolveu e se destacou nos últimos anos. Vários fatores e esforços contribuíram para que este nível de desenvolvimento fosse alcançado. Dentre os mais conhecidos e estudados estão os avanços obtidos na área de nutrição, sanidade, manejo e melhoramento genético, possíveis graças aos milhões de dólares gastos pelas empresas na tentativa de obter uma ave que atinja um alto peso corporal em um curto espaço de tempo. Todos os fatores acima mencionados levaram à obtenção de frangos de corte com um potencial genético de crescimento espetacular quando comparado com as outras espécies animais. Porém, para que a expressão gênica deste potencial seja possível, devem ser fornecidas condições ambientais e de manejo adequadas.

Com o aumento das pesquisas realizadas na área de melhoramento genético tem-se obtido linhagens de rápido crescimento, cada vez mais precoces e com maior desenvolvimento muscular. No entanto, o desenvolvimento do tecido ósseo não tem acompanhado estes processos fisiológicos, aumentando assim a incidência de problemas de pernas e fragilidade do osso. 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. Portanto, torna-se necessário a realização de estudos relacionados com o crescimento ósseo destes animais e, assim, melhor entender o desenvolvimento do tecido ósseo.

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. Apesar disto, pouca importância tem sido dada quanto ao seu status em animais de produção.

O osso é um tipo de tecido conectivo dinâmico, constituído de aproximadamente 70% de minerais, 22% de proteína e 8% de água (Pizauro Jr, 2002). O colágeno do tipo I constitui, aproximadamente, cerca de 95% da matriz orgânica; os 5% restantes são compostos de proteoglicanas e várias outras proteínas do tipo não colagenosas (Sandy et al., 1996).

O tecido ósseo possui várias funções importantes, dentre as quais podemos citar: sustentação do corpo, locomoção, proteção de órgãos internos, reserva metabólica (lipídeos e minerais) e órgão hematopoiético (Fernandes, 2005).

O cálcio é um dos íons mais importantes do sistema ósseo, sendo que 99% do total existente no organismo é encontrado no tecido ósseo. O cálcio atua regulando a contração muscular, transmissão do impulso nervoso, coagulação sanguínea e adesão celular. Logo, devido a sua grande utilização encontra-se sempre em transição entre o plasma e os ossos. Por isso,



quando a ingestão desse elemento é suficiente ou excessiva ele é rapidamente depositado nos ossos; entretanto, no contrário, o cálcio dos ossos é mobilizado, aumentando sua concentração no sangue (Simões, 2005).

Segundo Rath et al. (2000) os componentes fundamentais do osso são: os osteoblastos, osteócitos e osteoclastos. Estes elementos celulares são responsáveis pela síntese da matriz óssea e mineralização, são determinantes para os fatores químicos, geométricos e resistência do osso.

Os osteoblastos são células do tecido esquelético responsável pela formação do osso, ou seja, elas sintetizam e regulam a mineralização da matriz orgânica do tecido ósseo. Como os osteoblastos são células secretoras, possuem aparelho de Golgi proeminente e retículo endoplasmático rugoso bem desenvolvido. Os osteoblastos secretam matriz orgânica intercelular ao seu redor e ao redor dos prolongamentos citoplasmáticos que atuam como moldes para a formação de futuros túneis conhecidos como canaliculos. A função desses túneis é a de fornecer um meio de comunicação entre os osteoblastos adjacentes e a superfície do osso que está sendo formada. Eles permitem a passagem de fluidos dos vasos capilares para o tecido ósseo, troca de nutrientes entre as células da matriz e a matriz intercelular bem como a troca de nutrientes entre matriz, fluido do osso e fluido extracelular (Sandy et al., 1996; Gay et al., 2000).

O osteoblasto sintetiza a matriz óssea; a qual é uma substância de base, rica em colágeno (principalmente tipo I) e essencial para a posterior mineralização, por aderência, de cristais de hidroxiapatita de cálcio, magnésio, potássio, sódio e carbonato e fibrilas de colágeno, individualmente (Fernandes, 2005).

O osteócito é um osteoblasto maduro aprisionado dentro da matriz

óssea. É o responsável pela sua manutenção, 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 canaliculos ou prolongamentos que estabelecem contato com as células adjacentes (Sandy et al., 1996).

Os osteoclastos são formados pela fusão de precursores da superfície óssea. Estes precursores circulam no sangue como células mononucleares da medula óssea e são conhecidos como pré-osteoclastos (Mundy, 1999). Sua principal função é a desmineralização óssea e a digestão da matriz do osso. Eles apresentam receptores de estrogênio, cujo efeito primário é o de inibir o recrutamento de osteoclastos (Fernandes, 2005). 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).

Os ossos, como todas as outras estruturas celulares, passam por constantes alterações. Eles usam cálcio e outros minerais e ao mesmo tempo absorvem parte dos elementos dos ossos antigos, mais ou menos na mesma proporção, processo esse chamado de remodelagem óssea, ou seja, enquanto os osteoclastos degradam e removem a matéria antiga, os osteoblastos produzem osso novo (Simões, 2005).

Morfologicamente o osso possui duas formas: osso cortical ou compacto (cuja função mecânica é de proteção) e o osso esponjoso (com função metabólica) (Sandy et al., 1996). O osso cortical por sua vez, divide-se em:

- a) envelope endosteal: a superfície em contato com a cavidade medular;
- b) envelope periosteal: a superfície externa do osso;
- c) envelope intracortical: tecido ósseo entre o endóstio e o perióstio.



O crescimento longitudinal dos ossos ocorre a partir de uma região localizada entre a epífise e diáfise óssea, denominada placa de crescimento (Figuras 1 e 2). A população celular desta placa é composta principalmente por condrócitos, que se dividem em cinco grupos, classificados de acordo com os seguintes estágios de maturação (Pines & Hurwitz, 1991):

- Zona de reserva, que contém condrócitos aparentemente dispersos e inativos;
- Zona de proliferação, onde a maioria das divisões celulares ocorre. Essa região contém as células precursoras dos condrócitos (células progenitoras) em forma de disco. O tempo de vida de um condrócito, entre o seu nascimento na zona proliferativa e morte na zona hipertrófica, é de aproximadamente três dias em aves de crescimento rápido;
- Zona de maturação é a região onde os condrócitos passam de uma fase de pós-divisão a um estado de maturação. O estado de maturação é caracterizado por uma fase de intensa síntese e secreção de matriz, e é nesse local onde aparece a enzima fosfatase alcalina.
- A zona hipertrófica contém condrócitos aumentados e muitas vesículas da matriz;
- Zona de calcificação, onde os condrócitos sofrem degeneração. É nessa região que ocorre o depósito de fosfato de cálcio no interior das vesículas, que posteriormente se extravasa infiltrando nos interstícios do septo longitudinal (Pizauro Jr et al., 2002).

A formação do tecido ósseo pode ocorrer através de dois processos distintos: ossificação endocondral (crescimento na cartilagem), ou ossificação intramembranosa (crescimento da membrana) (Sandy et al., 1996).

ANORMALIDADES ÓSSEAS

A indústria avícola está atualmente enfrentando uma alta porcentagem de deformidades do tecido ósseo, devido principalmente à seleção genética realizada com intuito de aumentar a taxa de crescimento dos animais (Velleman, 2000). 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).

Algumas hipóteses associadas às anormalidades ósseas são descritas por Julian (1998): o alto peso corporal dos frangos; imaturidade dos tecidos de sustentação. 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. A deformidade das pernas pode ser resultado de crescimento desuniforme da placa de crescimento ou posição anormal da perna, mas é mais provável que seja resultado de tensão do músculo ou do tendão sobre as articulações ou osso, puxando os ossos para fora do alinhamento ou dobrando-os à medida que crescem (Julian, 2005).

Discondroplasia Tibial

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. Esta doença é um defeito local que ocorre na placa de crescimento de aves e animais de rápido crescimento são mais susceptíveis a apresentarem a lesão (Rath, 1998; Praul et al., 2000). Parece ser resultado de um desgaste na placa de crescimento (condrócitos)



durante o processo de alongação do osso e a ossificação endocondral (Figura 3). Essa anormalidade ocorre principalmente durante o crescimento final da tíbia onde o resultado da lesão é uma massa esponjosa de cartilagem desmineralizada na proximidade final dos ossos longos (principalmente o tibiotarsus, mas não exclusivamente) (Cook, 2000; Almeida Paz, et al., 2005). Além disso, tem sido proposto que, na discondroplasia tibial, a etapa final do processo de calcificação não ocorre devido ao fato de que os efetores de alguns genes, relacionados com o mecanismo de calcificação do disco de crescimento podem apresentar algumas de suas propriedades químicas ou biológicas alteradas e/ou não serem expressos. Nesse sentido, a compreensão do mecanismo de ação e o papel das biomoléculas e dos minerais relacionados com a discondroplasia tibial poderão contribuir para o conhecimento de doenças do tecido ósseo e estabelecer estratégias de prevenção e tratamento (Pizauro Jr. et al., 2002).

Existem algumas técnicas que podem ser usadas para caracterizar e avaliar a discondroplasia tibial. Almeida Paz et al. (2005) utilizando quatro diferentes técnicas, como: lixiscopia, análise macroscópica, análise histológica e densitometria radiográfica óptica concluíram que, tanto a análise macroscópica quanto o uso de densidades radiográficas são eficientes para caracterizar o estado da placa de crescimento na epífise proximal da tíbia em frangos de corte.

Aves que sofrem com discondroplasia tibial tornam-se incapazes de caminhar normalmente ou começam a mancar devido aos ossos que tornam-se deformados. Aves com lesões avançadas são mais propensas a sofrerem fraturas (Velleman, 2000).

FATORES QUE INFLUENCIAM O

DESENVOLVIMENTO DO TECIDO ÓSSEO

Desde 1930, inúmeras causas de deformidades no tecido ósseo em aves foram identificadas. Nutrientes (toxidades, deficiências e imbalanços), genética, patógenos, micotoxinas e práticas de manejo são fatores que afetam diretamente o crescimento e desenvolvimento normal do tecido ósseo (Cook, 2000).

A seguir serão explicados os principais fatores que regulam e interferem no desenvolvimento do tecido ósseo.

Fatores Endógenos

São os fatores inerentes ao próprio animal. Dentre estes destacam-se os fatores reguladores sistêmicos que são em sua maioria hormônios, com destaque para o hormônio paratireoideiano (PTH), hormônio paratireoideiano peptídeo-relacionado, (PTHrP), dihidroxivitamina D₃ (um metabólito da vitamina D₃, também conhecido por 1,25(OH)₂D₃, calcitonina, estrogênios, glicocorticóides e retinóis. Dentre os fatores de ação local destacam-se as interleucinas, fatores de crescimento (tais como o IGF-I e II), prostaglandinas (especialmente a PGE₂), neuropeptídeos e citoquininas (Price & Russel, 1992).

O 1,25-diOH-D₃ estimula a mobilização de cálcio e fosfato dos ossos por um processo que requer síntese de proteínas e a presença de PTH. O resultado é um aumento no cálcio e fosfato plasmáticos. Assim, o osso é um importante reservatório de cálcio, que pode ser mobilizado para manter os níveis plasmáticos (Champe & Harvey, 1997).

Hormônios como paratormônio, estrógenos e diidroxicalciferol coordenam as principais atividades do metabolismo ósseo, com vistas ao seu aumento em diâmetro e comprimento durante o crescimento das aves (Silva et al., 2001).



O IGF-1 é um polipeptídeo presente na circulação sistêmica, produzido no fígado, e secundariamente por vários tecidos, incluindo o tecido ósseo. O esqueleto é o maior depósito extravascular de IGF-1, o qual exerce funções importantes como diferenciação, maturação e recrutamento de osteoblastos (Borba et al., 2003).

A prostaglandina age estimulando a proliferação de condrócitos na placa de crescimento dos ossos longos (Pine & Hurwitz, 1988).

Fatores Exógenos

São fatores externos, tais como: nutrição, temperatura, manejo de criação, entre outros, fatores estes que podem ser alterados durante a criação das aves e que são essenciais para o ótimo crescimento dos animais.

Fatores Nutricionais

A nutrição desempenha um papel essencial para a obtenção de um tecido ósseo de alta qualidade. Dentre os nutrientes o cálcio e fósforo são os principais formadores da matriz mineral, contribuindo com 95% (Rath et al., 2000). Nas aves, o cálcio é o mineral encontrado em maior quantidade, estando presente quase que em sua totalidade (99%) no tecido ósseo, sendo requerido em quantidade maior que qualquer outro mineral (Sa et al., 2004).

O desequilíbrio de cátions e ânions na dieta pode influenciar na incidência de problemas de pernas em frangos de corte, visto que estes são aves de crescimento extremamente rápido. Drásticas alterações nesse equilíbrio podem acarretar em severos danos em seu desempenho (Franco, 2002). Os efeitos de diferentes cátions e ânions na incidência da discondroplasia tibial são dependentes entre si, mostrando a importância do equilíbrio eletrolítico da dieta na determinação deste problema de perna (Murakami, 2000).

Durante as últimas décadas, interesses têm sido focados no estudo do papel da vitamina D, cálcio, fósforo, cloro, zinco, cobre, cistina, cisteína, homocisteína e ácidos graxos, sobre o desenvolvimento ósseo das aves. Durante os últimos cinco ou seis anos, a vitamina D tem sido o principal nutriente que influi no crescimento ósseo a ser estudado (Edwards, 2000).

A absorção da vitamina D seja de origem exógena ou endógena, é realizada da mesma forma que a absorção dos lipídios: através de micelas. A vitamina D absorvida pelo intestino é transportada pela corrente sanguínea para vários tecidos do organismo, principalmente o fígado, onde é convertida em 25-hidroxicalciferol, o qual é levado até os rins, para ser convertido em 1,25-dihidroxicolecalciferol.

Posteriormente, este composto é direcionado pelo sangue ao intestino e ossos.

O 1,25-dihidroxicolecalciferol atua de forma semelhante a um hormônio esteróide, regulando a transcrição do DNA nas microvilosidades intestinais e induzindo a síntese de RNAm específico para a produção da proteína transportadora de cálcio, a qual é responsável pela absorção de cálcio existente no intestino (Nunes, 1988).

A vitamina D₃ ativada age no intestino estimulando a absorção de cálcio; no osso, aumentando o recrutamento de osteoclastos, estimulando a síntese de proteínas pelos osteoblastos e participando na mineralização da matriz (Fernandes, 2005).

Fritts & Waldroup (2003) realizaram um experimento com intuito de avaliar duas fontes com diferentes níveis de vitamina D, sendo elas: vitamina D₃ com níveis de 125, 250, 500, 1.000, 2.000 e 4.000 IU/kg e uma fonte comercial de 25-OH-D₃ com níveis de 3,125; 6,25; 12,5; 25; 50 e 100 µg/kg. Concluíram que tanto a fonte quanto os níveis de vitamina D influenciaram a cinza do osso aos 21 e



42 dias. A incidência e severidade de discondroplasia tibial foram significativamente influenciadas pela suplementação com 25-OH-D₃: ou seja: as aves alimentadas com esta fonte tiveram uma menor incidência de discondroplasia tibial.

Uma das possíveis maneiras de se combater as anomalias ósseas (e os demais problemas relacionados com a repentina elevação na taxa de atividade metabólica dos frangos de corte) seria diminuir a velocidade de crescimento, principalmente no período em que ela ocorre de maneira mais acelerada: no início do ciclo da criação. Uma das técnicas utilizadas para desacelerar a taxa de crescimento das aves, ou melhor, a mais utilizada, é a restrição alimentar, que consiste em diminuir por um período de tempo o alimento ingerido pelo animal, seja em sua quantidade (restrição quantitativa) ou em sua composição (restrição qualitativa) (Bruno, 2002).

Trabalho realizado por Bruno et al. (2000), mostrou que frangos submetidos à restrição alimentar quantitativa e diferentes temperaturas, apresentaram uma redução no crescimento dos ossos longos.

Pelicano et al. (2005) avaliaram o efeito da restrição alimentar qualitativa (proteica ou energética) sobre o ganho de peso e o desenvolvimento ósseo de frangos criados em diferentes temperaturas ambientais. A restrição proteica resultou em menor ganho de peso e menor diâmetro do fêmur no 14º dia de idade. Não foram observadas diferenças nessas características a partir do 21º dia de idade. O ganho de peso e o crescimento do fêmur não foram influenciados pela restrição energética. A alta temperatura ambiente (33°C) influenciou negativamente o ganho de peso e o diâmetro do fêmur, a partir do 21º dia, e o comprimento do fêmur, no 42º dia de idade. Tanto a restrição proteica na segunda semana, quanto à alta temperatura ambiente, a partir do 21º dia de idade, reduziram o

ganho de peso e o crescimento do fêmur de frangos.

Temperatura

Experimento realizado por Bruno (2002) mostrou que a temperatura de criação afeta o comprimento e espessura da tíbia e a espessura do fêmur aos 28 dias de idade, onde menores valores foram encontrados nos ossos dos frangos criados em temperatura quente. Já Yalçin et al. (1996) concluíram não haver efeito de elevadas temperaturas sobre o comprimento da tíbia em frangos de corte. Moraes et al. (2002) utilizando diferentes temperaturas ambientes durante a primeira semana de vida de pintos de corte, observaram que a temperatura não afetou a espessura da tíbia e do fêmur, mas ocasionou um aumento significativo no peso e comprimento dos ossos. Estes autores concluíram que o estresse por frio (20°C) reduziu o crescimento ósseo bem como o peso vivo das aves durante os primeiros sete dias após a eclosão. A temperatura ambiente teve efeito na espessura do úmero que foi influenciado pela temperatura quente antes que os outros ossos (21 dias, quando comparados aos 28 dias de idade). Aos 42 dias todos os ossos longos mostraram redução no comprimento e espessura na temperatura quente quando comparada à temperatura termoneutra ou fria.

Aumento na resistência óssea de acordo com a idade do frango foi observado para todos os três ossos (tíbia, fêmur e úmero), no entanto, a análise dos dados não mostrou efeito significativo da temperatura nessa variável (Bruno, 2002).

Em se tratando dos teores de cálcio e fósforo no osso, Bruno (2002) não encontrou diferenças nos teores de cálcio dos ossos longos de aves criadas em condições de estresse por calor, estresse por frio e termoneutralidade.

Genética



Hoje existem diversas linhagens de frangos de corte no mercado das quais podemos citar as mais utilizadas pelas empresas brasileiras: Cobb, Ross 308, Ross 508, Hybro PG, Avian Farm e Hubbard, e é de fundamental importância conhecer suas características de desempenho zootécnico, bem como de rendimento e qualidade de carcaça, para melhor atender às necessidades do mercado consumidor, que está cada vez mais exigente (Rabello, 1996). Elas se diferenciam, dentre outros fatores, pelas curvas de crescimento.

O aumento na frequência de problemas de pernas observados em frangos de corte atualmente está relacionado com os genótipos modernos de frangos. Com a seleção genética voltada para o alto ganho de peso e elevadas taxas de crescimento, tem-se depositado grandes cargas sobre ossos e juntas relativamente imaturos, causando assim má formação óssea (problemas de perna).

A redução de exercícios aumenta a ocorrência de problemas de perna em frangos de corte. A atividade locomotora é dramaticamente reduzida no final do período de criação em frangos selecionados para um rápido crescimento quando comparado com aqueles selecionados para um crescimento inicial mais lento.

O período inicial é muito importante porque durante este período a taxa de crescimento do osso e a mineralização é alta e, conseqüentemente, exercícios podem levar a um maior fortalecimento no osso e ter um maior efeito na prevenção de anormalidades ósseas. Além disso, se a atividade precoce está relacionada com a atividade em um período tardio, diferenças na atividade durante o período inicial podem ser usadas como comportamento para selecionar aves mais móveis (Bizeray et al., 2000).

Estes autores conduziram um experimento com a intenção de avaliar as condições locomotoras precoces em duas diferentes

linhagens (uma de crescimento inicial rápido – B e a outro de crescimento inicial lento – L). Eles observaram o tempo gasto por estas aves quando as mesmas estavam deitadas, em pé, bebendo, comendo e caminhando. Concluíram que as médias de todos os grupos foram: as aves gastaram 67% do tempo deitadas, 28% imóvel (comendo, bebendo e em pé) e somente 5% do tempo caminhando. Observaram que, aves selecionadas para alto crescimento ficaram menos tempo em frente ao comedouro (aumenta o tempo deitada, bebendo e caminhando), mas comeram mais que aves selecionadas para menor crescimento (maior tempo comendo).

Fatores Ambientais

Entende-se por densidade de criação o grau de concentração de aves por unidade de superfície do galpão, geralmente expressa em números de aves por m².

A densidade populacional é um aspecto importante a ser considerado, pois o aumento demasiado do número de aves por metro quadrado pode causar uma redução na taxa de crescimento, aumento da mortalidade, cama com baixa qualidade e um aumento na incidência de lesões na carcaça do frango bem como problemas de perna (Oliveira & Carvalho, 2002).

Os problemas da criação de aves no Brasil têm sido associados ao estresse calórico, provocado pelas altas temperaturas no verão, com declínio na produtividade, diminuição do consumo de ração e aumento da mortalidade. Esse último tende a ser mais intenso no regime de alta densidade, face ao maior número de aves e a maior produção de calor (Embrapa Suínos e Aves, 1999).

Aviários convencionais com densidade de 10 aves/ m² podem ser ampliados para 15 a 18 aves/ m² com algumas adaptações de ambiente e de equipamentos, mas para 22 aves/ m² é necessário o uso de alta tecnologia. É possível atingir produção de 38 a 40



kg de carne/ m² (Embrapa Suínos e Aves, 1999).

A alta densidade também pode ser entendida como a obtenção de mais carne por m², podendo-se chegar, ao final da produção, até a 40 kg/m² (Santin, 1996; Tinôco, 2005). Valores superiores a 30 kg/m² já são entendidos como alta densidade (Tinôco, 2005). Tal prática vem se tornando cada vez mais comum, sempre com o mesmo objetivo, ou seja, a redução dos custos de produção. Para isto é necessário aperfeiçoar os fatores de produção tais como galpão, equipamentos, mão-de-obra, assistência técnica e transporte (Santin, 1996).

Os estudos de comportamento e de lesões nas patas mostram que uma densidade de criação animal elevada superior a 25 quilogramas por metro quadrado, cria graves problemas de bem-estar, na medida em que a restrição de movimento provoca pododermatites, lesões nas patas, bolhas de ar no peito, restrições comportamentais e, em última análise, elevadas taxas de mortalidade.

Os estudos sobre desordens comportamentais e lesões nas patas mostram claramente que a densidade animal deve ser igual ou inferior a 25 quilogramas por metro quadrado para evitar a maior parte dos grandes problemas de bem-estar e que, em densidades acima de 30 quilogramas por metro quadrado, mesmo se acompanhada de bons sistemas de controle ambientais, se verifica um aumento abrupto da frequência dos problemas graves (Parlamento Europeu, 2006).

O crescimento atual no volume de quilos de carne de frango produzidos no Brasil deve-se a diferentes fatores, entre eles, o desempenho determinado durante a vida produtiva destes animais. Além dos fatores genéticos, nutricionais e sanitários o manejo associado à densidade animal pode influenciar neste desempenho. O aumento na densidade de criação de frangos de corte determina uma redução no peso

final das aves e no consumo de ração (Bordin et al., 2004).

As empresas integradoras têm utilizado a alta densidade, mesmo com a redução no desempenho zootécnico, como ferramenta para reduzir o custo de produção. A produção de carne/m² e o custo/ave alojada aumentam de maneira significativa com o incremento da densidade, porém, a lucratividade/m² tem se mostrado superior em altas densidades (Schmidt et al., 2004).

Feddes et al. (2002), conduziram um experimento com objetivo de analisar o efeito de 4 densidades populacionais e densidades de bebedouros tipo nipple no desempenho e rendimento de carcaça de fêmeas do grupo genético Ross aos 39 e 42 dias de idade, sendo que obtiveram os seguintes resultados: aves criadas na densidade 23,8 aves/m² tiveram menor peso corporal e carcaça (1.898 g e 1.334 g, respectivamente), enquanto que as aves criadas na densidade de 14,8 aves/m² tiveram o maior peso corporal e de carcaça (1,985 g e 1,432 g, respectivamente). Embora o tratamento com 23,8 aves/m² determinou um menor peso corporal, o rendimento de carcaça dos frangos por unidade de espaço foi maior (46 kg/m²). Os autores concluíram que um alto rendimento por unidade de área com carcaças de boa qualidade pode ser alcançado quando a taxa de ventilação e a circulação de ar são adequadas, diminuindo o calor, melhorando o microclima da ave e reduzindo assim a possibilidade de estresse causado pelo calor.

Trabalhos com alta densidade mostram que os efeitos negativos sobre o desempenho não são atribuídos à fase inicial, e sim às duas ou três últimas semanas de criação. O aumento da densidade de criação implica em maior preocupação com o fator cama, já que o maior número de frangos por m² ocasiona maior concentração de umidade na cama, podendo exercer influência negativa no desempenho dos frangos (Baião, 1995).



Conte et al. (1998) não observaram efeito da densidade populacional (10, 12 e 14 aves/m²) sobre os pesos ao abate, que variaram de 2,072 kg na menor densidade, a 2,051 kg na maior densidade. Por outro lado, Luchesi (1998) verificou que na medida em que a densidade aumentava, havia uma queda no peso das aves de 2,672 kg (10 aves/m²) para 2,376 (20 aves/m²). Avaliando o desempenho de aves mantidas sob densidades de 6, 10, 14 e 18 aves/m², Hellmeister Filho et al. (1998) relataram um aumento na quantidade de carne produzida por metro quadrado com o aumento da densidade em porcentagens relativas à densidade de 6 aves/m² (100%), o peso total dos frangos variou de 178% na densidade 10 aves/m² a 274% em 18 aves/m².

Mizubuti et al. (1994) estudaram o efeito de diferentes tipos de cama (casca de arroz, capim-colonião e capim-elefante) e três densidades populacionais (10, 12 e 14 aves/m²) sobre o desempenho de duas linhagens comerciais de frangos de corte (Arbor Acres e Hubbard) nos períodos 1 (1-28 dias), 2 (29-45 dias) e total (1-45 dias). Eles avaliaram o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) e observaram efeitos significativos entre linhagens para a característica CR, com a linhagem Hubbard apresentando maiores médias (1,93; 2,56 e 4,49 kg) em relação à linhagem Arbor Acres (1,78; 2,44 e 4,22 kg) nos períodos 1, 2 e total respectivamente. O mesmo efeito foi observado para a característica GP, com a linhagem Hubbard apresentando as melhores médias (1,12; 1,10 e 2,22 kg) em relação à linhagem Arbor Acres (1,04; 1,06 e 2,10 kg), nos períodos 1, 2 e total respectivamente. Porém, estes autores não observaram efeitos significativos de densidade populacional sobre as características estudadas.

Vários autores, entre eles Moreng (1961), Oliveira (1969), Bolton et al. (1972), Soares et al.

(1991), Flores-Portillo & Mendoza (1992) concluíram que para não afetar o desempenho no final da criação, a densidade deve ser de 10 a 12 frangos/m². Já outros autores, tais como Reece (1978), Kupsch (1981) e North & Bell (1990) enfatizam que o número de aves/m² deve ser determinado em função do seu peso, nunca devendo ultrapassar 28 a 30 kg/m². Isto torna possível ao produtor utilizar o artifício de variar a densidade de criação em função da idade programada para o abate dos frangos.

Cavalheiro et al. (1974), estudando densidades de 8, 10, 12, 14, 16 e 18 frangos/m² encontraram menor consumo de ração e conseqüente diminuição no ganho de peso com o aumento da densidade. Segundo o autor, todos os efeitos negativos de alta densidade se devem, principalmente, à dificuldade de locomoção e acesso aos comedouros e bebedouros nas duas últimas semanas antes do abate; e também pelos problemas causados pela alta umidade da cama e dificuldade de circulação de ar, também no final da criação.

Graças et al. (1990), utilizando densidades de 8, 10, 12, 14 e 18 aves/m² não encontraram diferenças de consumo e ganho de peso no inverno (época fria), mas sim no verão (época quente), evidenciando que a temperatura ambiente, deve ser levada em consideração quando da escolha da densidade a ser trabalhada.

Trabalho de Bizeray et al. (2000) enfatizam que frangos de corte gastam 67% deitados. Com base nesta afirmação, Bizeray et al. (2002) adotaram algumas práticas de manejo com intuito de aumentar a caminhada dos animais e conseqüentemente reduzir os problemas de perna.

Certas práticas de manejo como colocar barreiras entre o comedouro e bebedouro, destinam-se a aumentar o consumo de alimento e a caminhada em frangos de corte, com isto pode potencializar como meios para



melhorar a resistência das pernas sem afetar a taxa de crescimento ou conversão alimentar.

Alternativas como colocar focos de luz dentro do ambiente das aves ou lançar algum tipo de alimento no chão são práticas que também estimulam as aves a realizarem exercícios físicos, mas devem ser mais estudadas para que assim possamos chegar a melhores resultados podendo então diversificar o manejo (Bizeray et al., 2002). Estes mesmos autores fizeram um estudo com a intenção de determinar o efeito de três tipos de complexidade ambiental (tratamento com barreira espaçada entre o bebedouro e comedouro - B; tratamento utilizando focos de luz projetados 1 hora por dia - L; e tratamento com trigo que foi lançado no chão e espalhado dentro do box no período de 8 a 17 dias - W) para melhorar o ato de se alimentar e também a caminhada das aves. Analisaram o desempenho (mortalidade, peso corporal e conversão alimentar), escore (classificados dentro de diferentes categorias de imperfeições), qualidade do osso (comprimento, diâmetro, peso do osso, % de cinzas, discondroplasia tibial) e imobilidade tônica. Não encontraram diferenças estatisticamente significativa para todos os parâmetros, com exceção para o diâmetro médio de ambas as tíbias (direita e esquerda) que foi melhor no tratamento com barreiras. Este fato pode ter ocorrido devido à maior atividade que as aves tinham que fazer neste tratamento, levando assim a um aumento no fortalecimento e desenvolvimento das tíbias.

Tablante et al. (2003) realizaram um experimento com objetivo de determinar o efeito da densidade de criação (10, 15 e 20 aves/m²) e a utilização de poleiros (com angulação de 0°, 10° e 20°) para avaliar a incidência de discondroplasia tibial e teor cinza nos ossos em frangos de corte. Concluíram que apesar de não ter apresentado diferenças significativas,

a incidência de discondroplasia tibial foi baixa nas aves criadas em densidades de 15 e 20 aves/m² e alta nas aves criadas em densidade de 10 aves/m². A incidência de discondroplasia tibial foi baixa no tratamento com poleiro com 0° de angulação e alta nos boxes com combinação de poleiros horizontal e inclinado. A percentagem de cinzas no osso foi baixa nas aves com discondroplasia tibial em relação às aves normais. A incidência de discondroplasia tibial foi similar para ambos os sexos; entretanto a porcentagem de cinzas no osso foi significativamente menor nos machos do que nas fêmeas, isto é devido ao rápido crescimento dos machos comparado com as fêmeas.

Pizauro Jr. (2002) cita que, num experimento realizado por Grashorn, na Alemanha, foi testada a influência de densidades populacional média a alta sobre a incidência de deformidades de pernas. Utilizaram-se aves das linhagens Arbor Acres e Lohman, criadas até os 35 dias de idade, sem separação de sexo, sob condições normais de criação. Foram medidos parâmetros como mortalidade, incidência de deformidade de pernas, atividades das aves e desempenho de crescimento. Os grupos de alta densidade apresentaram melhores ganhos de peso e melhor conversão alimentar, com uma tendência de apresentar uma maior frequência de deformidades de pernas, porém, sem diferença estatística com os demais tratamentos. A mortalidade e incidência de deformidades de pernas foram baixas no experimento, não havendo diferença entre as linhagens. Foram medidas as características de resistência óssea, as quais indicaram uma menor ossificação em densidades de criação mais alta, o que pode ter sido causado pela pior qualidade da cama (maior umidade e maior temperatura ao final da criação).

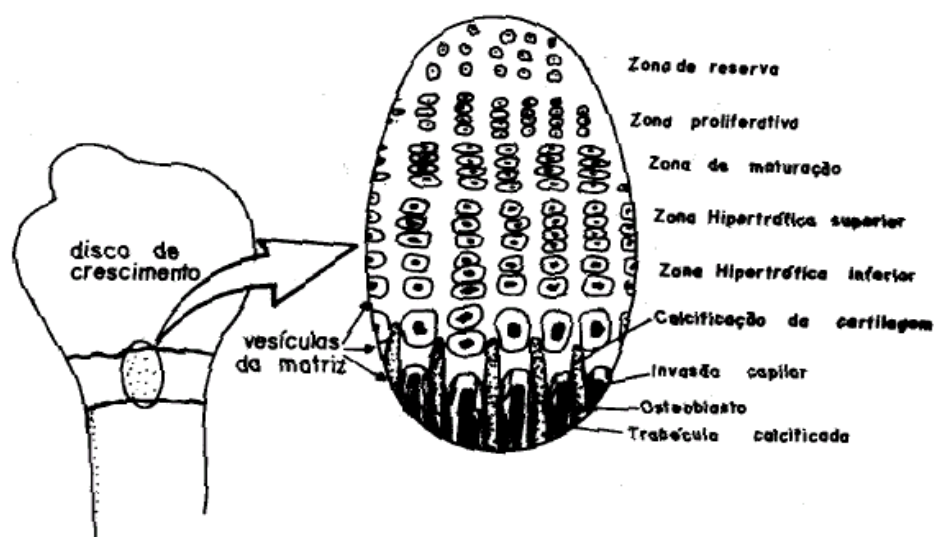


FIGURA 1 - Estágios do processo de ossificação endocondral no disco de crescimento. O processo de ossificação endocondral envolve: proliferação dos condrócitos, maturação e hipertrofia como também síntese e calcificação de matriz extracelular. Esses eventos iniciais são seguidos pela vascularização da cartilagem calcificada. Fonte: Pizauro Jr. et al., 2002.

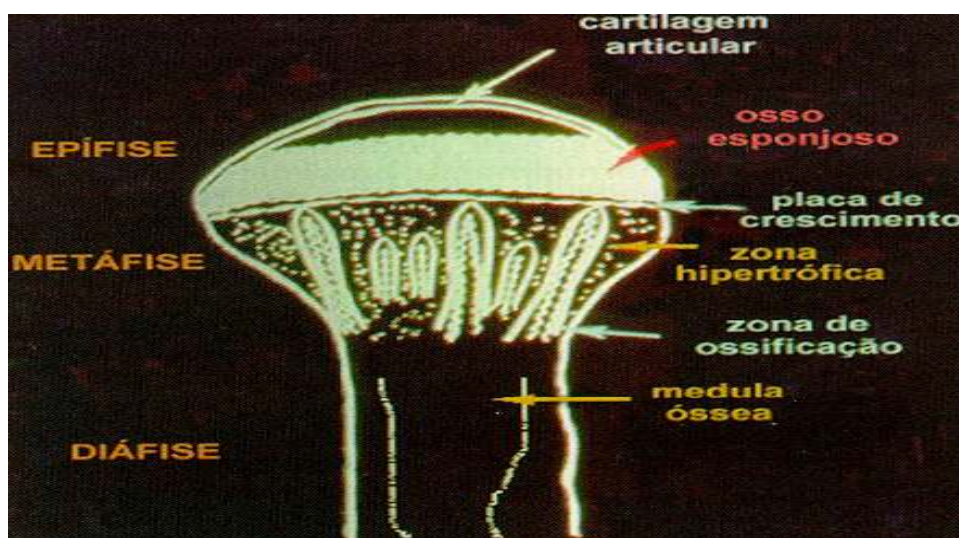


FIGURA 2 - Estrutura de osso longo, mostrando as estruturas da epífise, metáfise e diáfise envolvidas no crescimento ósseo. Fonte: Gonzales & Macari, 2000.

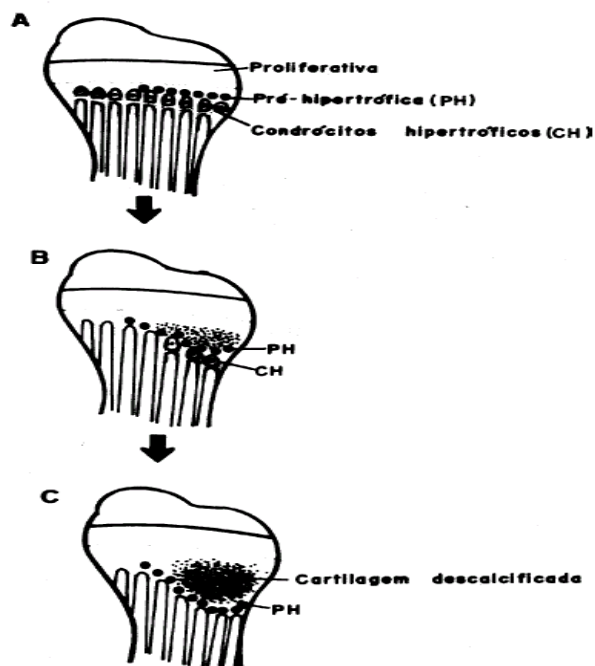


FIGURA 3 – Etapas do desenvolvimento da discondroplasia tibial:

- A – inicialmente, o estímulo mecânico interrompe a cascata de diferenciação dos condrocitos pré-hipertróficos.
- B – os condrocitos continuam a proliferar-se normalmente levando a um acúmulo de condrocitos pré-hipertróficos.
- C – a lesão aumenta em tamanho e o fornecimento de nutrientes e de oxigênio aos condrocitos localizados no interior da lesão é inadequado, levando ao aparecimento de uma lesão severa. Fonte: Pizauro Jr. et al., 2002.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEF. Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos. Disponível em: <<http://www.abef.com.br>>. Acesso em: 24-01-2006.

ALMEIDA PAZ, I. C. L.; MENDES, A. A.; TAKITA, T. S. et al. Comparison of techniques for tibial dyschondroplasia assessment in broiler chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 7, n.1, 27 – 31, jan.-mar., 2005.

Avisite. **Produção de carne de frango em novembro**. Disponível em: <<http://www.avisite.com.br/economia/prodfran.asp>>. Acesso em: 19/01/2006).

BAIÃO, N. C. Efeito da densidade populacional sobre o ambiente das instalações avícolas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, Campinas, 1995. **Livro de Textos ...** Campinas: FACTA, 1995. p. 67-75.



BIZERAY, D.; LETERRIER, C.; CONSTANTIN, P. et al. Early Locomotor Behaviour in Genetic Stocks of Chickens with Different Growth Rates. **Applied Animal Behaviour Science**, 68:231-242, 2000.

BIZERAY, D.; ESTEVEZ, I.; LETERRIER, C. et al. Influence of Increased Environmental Complexity on Leg Condition, Performance, and Level of Fearfulness in Broilers. **Poultry Science**, 81: 767-773, 2002.

BOLTON, W.; DEWAR, W. A.; JONES, R. M. et al. Effect of stocking density on performance of broiler chicks. **British Poultry Science**, Edinburg, v. 13, Bn. 1, p. 157-162, Jan. 1972.

BORBA, V. Z. C.; KULAK, C. A. M.; LAZARETTI-CASTRO, M. Controle neuroendócrino da massa óssea: mito ou verdade? **Arquivo Brasileiro Endocrinol Metab**, vol. 47, n. 4, 2003.

BORDIN, R. A., et al. Avaliação do desempenho de frangos de corte submetidos a diferentes densidades de alojamento durante a segunda semana de vida. In: **CONFERÊNCIA APINCO 2004 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA**, Santos 2004. Anais. Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2004. p. 12.

BRUNO, L. D. G. **Desenvolvimento ósseo em frangos: Influência da restrição alimentar e da temperatura ambiente**. 2002. 77 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

CAVALHEIRO, A. C. L.; OLIVEIRA, S. C.; TRINDADE, D. S. et al. Estudio de la densidad de poblacion em la criacion de broiler em Brasil. In: **WORLD POULTRY SCIENCE CONGRESS**, 15, New Orleans, 1974. Anais... New Orleans: WPSA, 1974. p. 561-562.

CHAMPE, P. C. & HARVEY, R. A. – **Bioquímica Ilustrada**. Ed. Artes Médicas, 2ª. edição, Porto Alegre – 1997.

CONTE, A. J.; COTTA, J. T. B.; TEIXEIRA, A. S. et al. A. Efeitos de dois sistemas de criação e de dois tipos de cama no desempenho de frangos de corte. In: **CONFERÊNCIA APINCO**, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1998. p. 76.
COOK, M. E. Skeletal Deformities and Their Causes: Introduction. **Poultry Science**, 79: 982-984, 2000.

EDWARDS, H. M. Jr. Nutrition and skeletal problems in poultry. **Poultry Science**, 79: 1018-1023, 2000.

EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Alta densidade na produção de frangos de corte. **Instrução Técnica para o Avicultor**. Julho de 1999.

FEDDES, J. J. R.; EMMANUEL, E. J.; ZUIDHOFT, M. J. Broiler performance, body weight variance, feed and water intake, and carcass quality at different stocking densities. **Poultry Science**, 81: 774-779, 2002.

FERNANDES, I. C. **Fisiologia e Patogênese Óssea**. Disponível em: <<http://www.hurnp.uel.br/farmacologia/materias/gregghi03.htm>>. Acesso em: 01/02/2005.

FILHO, P. H. **Efeitos de fatores genéticos e do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos tipo caipira**. 2002, 92p.



Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiza de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

FLORES-PORTILLO, N. A.; MENDOZA, E. P. **Rendimiento productivo de cuatro densidades de poblacion de pollos de engorde de la linea arbor acres en el Canton Flamengo, Municipio de Jocoro, Morazan.** El Salvador: [s.n.], 1992. 63p.

FRANCO, J., R., G. Efeito dos ionóforos e balanços eletrolíticos das dietas sobre o desempenho e a incidência de discondroplasia tibial em frangos de corte na fase inicial. 2002. 26 p. Monografia – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.
FRITTS, C. A. & WALDROUP, P. W. Effect of Source and Level of Vitamin D on Live Performance and Bone Development in Growing Broilers. **Poultry Science Association**, 12:45-52, 2003.

GAY, C. V., et al. Perspectives on osteoblast and osteoclast function. **Poultry Science**, 79: 1005-1008, 2000.

GONZALES, E. & MACARI, M. **Doenças das Aves.** Editora Facta. Campinas, SP. 2000.

GRAÇAS, A. S.; FONSECA, J. B.; SOARES, P. R. et al. de A. Densidade populacional de frangos de corte em diferentes épocas do ano. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.19, n. 3, p. 186-196, maio./jun. 1990.

HELLMEISTER FILHO, P.; CUSTODIO, R. W. S.; COELHO, A. A. D. et al. Desempenho de frangos de corte criados em diferentes densidades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n.1, jan./fev., p. 137-142, 1998.

JULIAN, R. J. Rapid growth problems: Ascites and skeletal deformities in broiler. **Poultry Science**, 77: 1773-1780, 1998.

JULIAN, R. Patologias ósseas em aves. In: CONFERÊNCIA APINCO 2005 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas. **Anais...** Volume 2, Campinas: FACTA, 2005. p. 107-122.

KUPSCH, W. **Construção e uso prático de aviários e gaiolas para pintos, frangos e poedeiras.** 2. ed. São Paulo: Nobel, 1981, 231p.

LUCHESE, J. B. Custo-benefício da criação de frangos de corte em alta densidade no inverno e no verão. In: CONFERÊNCIA APINCO, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1998. p. 241.

MIZUBUTI, I., Y.; FONSECA, N. A. N.; PINHEIRO, J. W. Desempenho de duas linhagens comerciais de frangos de corte, criadas sob diferentes densidades populacionais e diferentes tipos de cama. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, n. 3, p. 476-484, maio/junho, 1994.

MORAES, V. M. B.; MALHEIROS, R. D.; FURLAN, R. L. et al. Efeito da temperatura ambiente durante a primeira semana de vida de frangos sobre o peso vivo, desenvolvimento de víscera e crescimento ósseo. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, n. 1, jan-mar, 2002.

MORENG, R. E. The relationship of floor space to factors influencing broiler growth. **Poultry Science**, Wisconsin, v. 40, n. 4, p. 1039-1044, July 1961.



MUNDY, G. R. Cellular and molecular regulation of bone turnover. **Departments of Medicine and Endocrinology, University of Texas Health Science Center, San Antonio, TX, USA**, v. 24, n. 5S, p. 355-385, May, 1999.

MURAKAMI, A. E. Balanço eletrolítico da dieta e sua influência sobre o desenvolvimento dos osso de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas. **Anais...** Volume 2. Campinas: FACTA, 2000. p. 33-61.

NORTH, M. O.; BELL, D. **Commercial chicken production manual**. 4. ed. Neww York: Chapman & Hall, 1990. 913p.

NUNES, I. J. **Nutrição Animal Básica**. 2ª edição. Belo Horizonte: FEP – MVZ Editora, 1988. 378p.

OLIVEIRA, S. C. **Influência da gordura e da lotação na criação de frangos de corte**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Zootécnicas, Secretaria da Agricultura, 1969. 9p. (Boletim Técnico, 16).

OLIVEIRA, M. C. & CARVALHO, I. D. Rendimento e lesões em carcaças de frangos de corte criados em diferentes camas e densidades populacionais. **Ciênc. Agrotec.** Lavras. V.26, n.5, p. 1076-1081, set./out., 2002.

PARLAMENTO EUROPEU. Projecto de parecer. Disponível em: <http://www.europarl.eu.int/meetdocs/2004_2009/documents/pa/579/579139/579139pt.pdf>. Acesso em: 24-01-2006.

PELICANO, E. R. L.; BERNAL, F. E. M.; FURLAN, R. L. et al. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar protéica ou energética sobre o ganho de peso e crescimento ósseo de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 3, p. 353-360, 2005.

PINES, M., HURWITZ, S. The effect of parathyroid hormone and atrial natriuretic peptide on cyclic nucleotides production and proliferation of avian epiphyseal growth plate chondroprogenitor cells. **Journal of Endocrinology**, 120:319-324, 1988.

PINES, M., HURWITZ, S. The role of the growth plate in longitudinal bone growth. **Poultry Science**, v. 70:1806-1814, 1991.

PIZAURO JR, J. M; CIANCAGLINI, P.; MACARI, M. Discondroplasia Tibial: Mecanismos de Lesão e Controle. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, n. 3, p. 169-185, set – dez 2002.

PIZAURO JR, J. M. Estrutura e função do tecido ósseo. In: MACARI, M., FURLAN, R. L., GONZALES, E. **Fisiologia aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p. 247-265.

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

PRICE, J. S.; RUSSEL, S. G. Bone remodeling: regulation by systemic and local factors. In: Whitehead, C. C. (Ed.). Bone biology and skeletal disorders in poultry. Poultry Science Symposium 23. Carfax Publishing Co., p. 38-60, 1992.



RABELLO, C. B. V. **Desempenho e características de carcaça de três híbridos de frangos de corte**. 1996. 66p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

RATH, N. C, Huff WE.; BAYARI, G. R.; BALOG, J. M. Cell death in avian tibial dyschondroplasia. **Avian Diseases** 1998; 42: 72-79. Abstract.

RATH, N. C. et al. Factors regulating bone maturity and strength in poultry. **Poultry Science**, 79: 1024-1032, 2000.

REECE, F. N. Space requirements for brooding chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 57, n. 3, p. 584-587, May 1978.

SA, L. M.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S. et al. Calcium requirement for broiler chicks from 22 to 42 and 43 to 53 days old. **R. Bras. Zootec.**, Mar./Apr. 2004, vol.33, no.2, p.397-406.

SANDY, C., et al. **The structure and development of bone : Principles of bone biology. Chapter 1**. Department of Cell Biology, University of Massachusetts Medical School, Worcester, Massachusetts. 1996.

SANTIN, A. R. Criação de frangos de corte com alta densidade. In: **CONFERÊNCIA APINCO 2004 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA**, Curitiba, 1996. Anais. Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1996 p. 119-131.

SCHMIDT, G. S.; FIGUEIREDO, E. A. P. Avaliação do impacto econômico da integração com a utilização de alta densidade. In: **CONFERÊNCIA APINCO 2004 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA**, Santos 2004. Anais. Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2004 p. 14.

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.

SIMÕES, A. F. **Influência da atividade física no tratamento da osteoporose**. Disponível em: <<http://www.cdof.com.br/fisio5.htm>>. Acesso em: 07/12/2005.
SOARES, P. R.; FONSECA, J. B.; SILVA, M. de A. et al. da. Comportamento de quatro marcas comerciais de frangos de corte em diferentes densidades. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.20, n. 1, p. 74-79, jan./fev. 1991.

TABLANTE, N. L.; ESTÉVEZ, I. E RUSSEK-COHEN, E. Effect of Perches and Stocking Density on Tibial Dyschondroplasia and Bone Mineralization as Measured by Bone Ash in Broiler Chickens. **The Journal of Applied Poultry Research**, 12: 53-59, 2003.

TINÔCO, I. F. Produção de Frango de Corte em Alta Densidade. **Tecnologia e Treinamento – A revista do Empreendedor Rural e Urbano**, 2005. Disponível em:
<<http://www.tecnologiaetreinamento.com.br/sessao.php?go=materiastecnicas&mat=0109>>. Acesso em: 18/12/2005.

VELLEMAN, S.G. The role of the extracellular matrix in skeletal development. **Poultry Science**, v.79: 985-989, 2000.



YALÇIN, S., et al. Influence of ambient temperature and genotype on bone parameters and incidence of leg disorders of male and female broilers. **Proceedings of the World's Poultry Congress**, New Delhi, Índia, v. 12: 577-580, 1996.