

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**ESTUDO DO PADRÃO DE CRESCIMENTO ÓSSEO EM
FRANGOS DE CORTE DE DIFERENTES GRUPOS
GENÉTICOS CRIADOS EM DUAS DENSIDADES
POPULACIONAIS**

Autora: Andréia Fróes Galuci Oliveira
Orientador: Prof. Dr. Luís Daniel Giusti Bruno

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de Concentração Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
maio - 2006

Aprender

Depois de algum tempo você aprende a diferença, a sutil diferença entre dar a mão e acorrentar a alma. E começa a aceitar suas derrotas com a cabeça erguida e olhos adiante. E aprende a construir todas as suas estradas no hoje, porque o terreno do amanhã é incerto demais para os seus planos. Descobre que se levam anos para se construir confiança e apenas segundos para destruí-la.

Aprende que verdadeiras amizades continuam a crescer mesmo a longas distâncias.

Aprende que as circunstâncias e os ambientes têm influência sobre nós, mas nós somos responsáveis por nós mesmos.

Aprende que não importa aonde já chegou, mas onde está indo.

Aprende que heróis são pessoas que fizeram o que era necessário fazer, enfrentando as conseqüências.

Aprende que maturidade tem mais a ver com os tipos de experiência que se teve e o que você aprendeu com elas do que com quantos aniversários você celebrou.

Aprende que com a mesma severidade com que julga você será em algum momento condenado.

Aprende que o tempo não é algo que possa voltar para trás. Portanto, plante seu jardim e decore sua alma, ao invés de esperar que alguém lhe traga flores. E você aprende que realmente pode suportar... Que realmente é forte, e que pode ir muito mais longe depois de pensar que não se pode mais. E que realmente a vida tem valor e que você tem valor diante da vida.

“Shakespeare”

Aos meus pais que sempre estiveram presentes em todos os momentos de minha vida, e que me apoiaram durante mais esta caminhada, dando-me forças nos momentos difíceis, incentivando-me a seguir mesmo que as dificuldades parecessem estar além do meu alcance. Em alguns momentos trocaram suas vidas pela minha, tudo isto para ter o desejo de me ver vencer e é por isso que tenho o prazer de repartir a alegria que sinto, pois esta Vitória conseguimos juntos.

Aos meus irmãos Rodrigo e Priscila, cunhados Reginaldo e Jakeline e sobrinha Letícia, pelo apoio e incentivo durante estes anos. Em especial à minha irmã que sempre me incentivou a continuar, oferecendo condições financeiras para que isto pudesse ser possível.

A todos meus amigos de pós-graduação.

Há experiências feitas em comum, amizades construídas ao longo da vida, momentos em que compartilhamos estudos, alegrias, decepções, expectativas e vitórias. Que a nossa amizade se perpetue ao longo do tempo, ao longo de nossa vida...

A todos que de alguma forma me ajudaram, direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me guiado e dado força durante esta jornada, coragem para atingir meus objetivos e realizar mais este sonho. “Obrigada Senhor pela sua infinita bondade, que sempre me dê forças para agir com eficiência e retidão nesta linda profissão que escolhi”.

Obrigada pai e mãe por vocês terem me dado a oportunidade exclusiva de estudar durante todos estes anos.

Ao Dr. Luís Daniel Giusti Bruno por ter me aceito como sua orientada durante estes dois anos, pelos ensinamentos transmitidos, trocas de experiências, compreensão e pela orientação na execução deste trabalho.

A todos os professores do curso de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, pelos ensinamentos transmitidos durante o curso de mestrado.

Ao professor Dr. Antônio Carlos de Oliveira, Meiby Carneiro de Paula e professor Dr. Elias Nunes Martins pelo assessoramento nas análises estatísticas.

Aos estagiários, bolsista e colegas que me ajudaram na execução do experimento, em especial à Eliany, Rafael, Fábio, Mariela, Fernando, Leandro, Ana Flávia, Luciane, Priscila, Elis, Ana Carolina, Ana Paula, Luciana Maria, Márcia, Jovanir, Luciana Ototumi, Elkin.

Ao Funcionário do setor de avicultura da fazenda experimental de Iguatemi, Célio Aparecido, por ter dedicado ao máximo durante meu experimento, não medindo esforços, até mesmo nas horas mais difíceis.

Aos colegas de pós-graduação que conquistei durante estes dois anos: Ana Carolina, Ana Paula, André, Ângela, Diovani, Fabiana, Jayme, Jovanir, Juliano, Luciana Maria, Luciana Otutumi, Marcos, Márcia, Mariane, Maximilian, Nelson, Ossival, Pablo, Paula, Rodrigo, Tiago e Wallacy.

Quero agradecer uma pessoa muito especial, que ficará guardada em um cantinho VIP no meu coração. Elis Regina de Moraes Garcia, obrigada por você ter sido minha professora, orientadora durante o curso de graduação, por ter me indicado ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, obrigada por você ter me ajudado durante estes dois anos, principalmente durante meu experimento, período em que mais precisei e você sempre ao meu lado, dando conselhos, incentivando e orientando. Não tenho nem palavras para agradecer tudo o que você já fez por mim desde que me conheceu, por isso quero lhe dizer o meu MUITO OBRIGADA POR TUDO.

A minha segunda família, Iracema de Moraes Garcia, Carlos Alberto Martins, Elis Regina de Moraes Garcia, Yasmin Maria, Frederico Jorge e Pingo, agradeço por ter tido a oportunidade de morar com vocês durante estes dois anos foi uma experiência maravilhosa e que recordarei eternamente.

Ao meu namorado Carlos Alexandre pelo companheirismo e compreensão nos momentos em que não pude dar atenção merecida a ele.

MUITO OBRIGADA POR TUDO!!!

BIOGRAFIA

Andréia Fróes Galuci Oliveira, filha de Gládero Cardoso Vieira Oliveira e Maria Cecília Fróes Galuci Oliveira, nasceu em Dourados, Mato Grosso do Sul, no dia 30 de maio de 1980.

Em setembro de 1998, ingressou no Curso de Zootecnia da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS), em Aquidauana, Mato Grosso do Sul. Obteve o título de Zootecnista em agosto de 2003.

Em março de 2004 ingressou no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá. No dia 30 de maio de 2006 obteve o título de mestre em Zootecnia, na área de concentração Produção Animal dentro do referido programa.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xi
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
I - INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Desenvolvimento do Tecido Ósseo.....	2
1.1.1. Anormalidades Ósseas.....	5
1.1.1.1. Discondroplasia Tibial.....	6
1.2. Fatores que Influenciam o Desenvolvimento do Tecido Ósseo.....	8
1.2.1. Fatores Endógenos.....	8
1.2.2. Fatores Exógenos.....	9
1.2.2.1. Fatores Nutricionais.....	9
1.2.2.2. Temperatura.....	11
1.2.2.3. Genética.....	11
1.2.2.4. Fatores Ambientais.....	12
REFERÊNCIAS.....	18
II - OBJETIVOS GERAIS	23
III - Efeito da Densidade de Criação e do Grupo Genético sobre o Desempenho, Rendimento de Carcaça e Desenvolvimento Ósseo de Frangos de Corte.....	24
Resumo.....	24
Abstract.....	25

Introdução.....	26
Material e Métodos.....	27
Resultados e Discussão.....	30
Conclusão.....	35
REFERÊNCIAS.....	36
IV - Efeito da Densidade de Criação e do Grupo Genético sobre a Composição Mineral, Volume, Resistência e Densidade Óptica Radiográfica de Ossos Longos de Frangos de Corte.....	43
Resumo.....	43
Abstract.....	44
Introdução.....	45
Material e Métodos.....	46
Resultados e Discussão.....	49
Conclusão.....	51
REFERÊNCIAS.....	52
V – CONCLUSÕES GERAIS.....	58

LISTA DE TABELAS

	Página
III - Efeito da Densidade de Criação e do Grupo Genético sobre o Desempenho, Rendimento de Carcaça e Desenvolvimento Ósseo de Frangos de Corte	
TABELA-1 Composição percentual e calculada das dietas experimentais dos frangos de corte nas fases inicial (1-21 dias), fase de crescimento (22-35 dias) e fase de terminação (36-42 dias).....	28
TABELA-2 Médias de peso (g), ganho de peso (g), consumo de ração (g) e conversão de frangos de corte de diferentes grupos genéticos, nos períodos de 1 a 21, 22 a 35, 36 a 42 e 1 a 42 dias de idade.....	31
TABELA-3 Médias de peso (g), ganho de peso (g), consumo de ração (g) e conversão alimentar de frangos de corte criados em diferentes densidades (aves/m ²), nos períodos de 1 a 21, 22 a 35, 36 a 42 e 1 a 42 dias de idade.....	32
TABELA-4 Médias e análises de variância para os efeitos de densidade de criação (D), grupo genético (GG) sobre o rendimento de carcaça eviscerada (A), rendimento de peito (B) e rendimento de perna (C).....	34

IV - Efeito da Densidade de Criação e do Grupo Genético sobre a Composição Mineral, Volume, Resistência e Densidade Óptica Radiográfica de Ossos Longos de Frangos de Corte

TABELA-1	Composição percentual e calculada das dietas experimentais dos frangos de corte nas fases inicial (1-21 dias), fase de crescimento (22-35 dias) e fase de terminação (36-42 dias).....	47
----------	--	----

LISTA DE FIGURAS

Páginas

I – INTRODUÇÃO

FIGURA - 1	Estágios do processo de ossificação endocondral no disco de crescimento.....	5
FIGURA - 2	Estrutura de osso longo, mostrando as estruturas da epífise, metáfise e diáfise envolvidas no crescimento ósseo.....	5
FIGURA - 3	Etapas do desenvolvimento da discondroplasia tibial	7

III - Efeito da Densidade de Criação e do Grupo Genético sobre o Desempenho, Rendimento de Carcaça e Desenvolvimento Ósseo de Frangos de Corte

FIGURA - 1	Comprimento do Úmero.....	38
FIGURA - 2	Comprimento da Tíbia.....	38
FIGURA - 3	Comprimento do Fêmur.....	38
FIGURA - 4	Espessura do Úmero.....	39
FIGURA - 5	Espessura da Tíbia.....	39
FIGURA - 6	Espessura do Fêmur.....	39
FIGURA - 7	Índice de Seedor (Úmero).....	40
FIGURA - 8	Índice de Seedor (Tíbia).....	40
FIGURA - 9	Índice de Seedor (Fêmur).....	40

FIGURA - 10	Peso do Osso Seco (Úmero).....	41
FIGURA - 11	Peso do Osso Seco (Tíbia).....	41
FIGURA - 12	Peso do Osso Seco (Fêmur).....	41
FIGURA - 13	Peso do Osso Úmido (Úmero).....	42
FIGURA - 14	Peso do Osso Úmido (Tíbia).....	42
FIGURA - 15	Peso do Osso Úmido (Fêmur).....	42

IV - Efeito da Densidade de Criação e do Grupo Genético sobre a Composição Mineral, Volume, Resistência e Densidade Óptica Radiográfica de Ossos Longos de Frangos de Corte

FIGURA - 1	Volume do Úmero.....	54
FIGURA - 2	Volume da Tíbia.....	54
FIGURA - 3	Volume do Fêmur.....	54
FIGURA - 4	Resistência do Úmero.....	55
FIGURA - 5	Resistência da Tíbia.....	55
FIGURA - 6	Resistência do Fêmur.....	55
FIGURA - 7	Densidade do úmero.....	56
FIGURA - 8	Densidade da Tíbia.....	56
FIGURA - 9	Densidade do Fêmur.....	56
FIGURA - 10	Teor de Cinzas (Úmero).....	57
FIGURA - 11	Teor de Cinzas (Tíbia).....	57
FIGURA - 12	Teor de Cinzas (Fêmur).....	57

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de determinar o comportamento do desenvolvimento dos ossos longos em frangos de corte de diferentes grupos genéticos, criados em diferentes densidades populacionais. Foram utilizados 2160 pintainhos machos, de corte, com um dia de idade pertencentes à três grupos genéticos (Ross 308, Hybro PG e Isa Label JA57), criados em duas densidades: 10 e 16 aves/m². O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em um esquema fatorial 3 x 2 com parcelas subdivididas, sendo os fatores principais os 3 grupos genético e as 2 densidades de criação, e as subparcelas as idades de coletas dos ossos, totalizando deste modo 6 tratamentos com 5 repetições cada um, com total de 30 unidades experimentais. A ração experimental foi padronizada para os três grupos genéticos e o programa de alimentação dividido em três fases: inicial (1 a 21 dias de idade), crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias). Para avaliação do crescimento ósseo foram sacrificadas semanalmente (1, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade) 2 aves por repetição para a coleta dos ossos longos (tíbia, fêmur e úmero) tanto do lado direito como esquerdo. Foram avaliados os seguintes parâmetros: desempenho zootécnico, rendimento de carcaça, comprimento (mm), espessura (mm), índice de Seedor (mg/mm), peso do osso seco (g), peso do osso úmido (g), volume (cm³), resistência (kgf), densidade óptica radiográfica (mmAl) e teor de cinzas (%). Não foram verificadas diferenças significativas entre os grupos genéticos criados nas diferentes densidades de criação para a maioria dos parâmetros avaliados com exceção ao diâmetro do úmero para os grupos genéticos Ross 308 e Hybro PG e da resistência óssea para o grupo genético Isa Label JA57. O grupo genético Isa Label JA57 apresentou desempenho e desenvolvimento dos ossos longos inferiores aos dos grupos genéticos Ross 308 e Hybro PG. Já os grupos genéticos Ross 308 e Hybro PG apresentaram comportamentos

iguais no desempenho. Não houve interação entre grupo genético e densidade de criação para todas as características de desempenho. Os ossos longos apresentaram o mesmo padrão de crescimento para as variáveis avaliadas, indicando que as aves apresentam uma grande capacidade de expressão gênica para o crescimento ósseo, e que este padrão não é afetado por possíveis diferenças genéticas ou por diferentes densidades de alojamentos.

Palavras-chave: densidade de criação, densidade óptica radiográfica, desenvolvimento ósseo, frangos de corte, grupo genético, ossos longos, resistência óssea, teor de minerais, volume ósseo

ABSTRACT

The aim of this experiment was to study the pattern of long bone development on broiler chickens belonging to different genetic groups under different rearing densities. Evaluations of performance, carcass yield, bone growth, bone mineral content, bone breaking strength and optical radiographic density of tibia, femur and humerus were performed. The experimental design was a split-plot where the main plots were a combination of three genetic groups and 2 rearing densities in a factorial arrangement, and age was considered a secondary plot, so there were 6 treatments with 5 replications per each one. The three genetic groups evaluated were Ross 308, Hybro PG and Isa Label JA57, which were reared in 2 densities: 10 and 16 birds/m². All broilers fed the same diets: initial – 1-21 days; growing – 22-35 days and final – 36-42 days of age. For the evaluation of bone growth, two broilers per replication were slaughtered at 1, 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days of age. The long bones (tibia, femur and humerus) were collected and frozen for later analyses. There were no significant interactions between genetic groups and rearing densities for the evaluated parameters. These results did not show differences between genetic groups reared at different densities, being humerus width of Ross 308 and Hybro PG and bone breaking strength of Isa Label JA57 the exceptions. This genetic group also presented a lower performance and bone development when compared to Ross 308 and Hybro PG. Therefore, it was concluded that the three genetic groups presented the same standard bone growth curve, which is genetically defined and expressed no matter the genetic improvement program or rearing density adopted.

Key words: bone breaking strength, bone density, bone development, bone volume broiler chickens, genetic group, long bone, mineral content, rearing density

I - 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.

1.1. 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 canalículos. 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 canalículos 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).

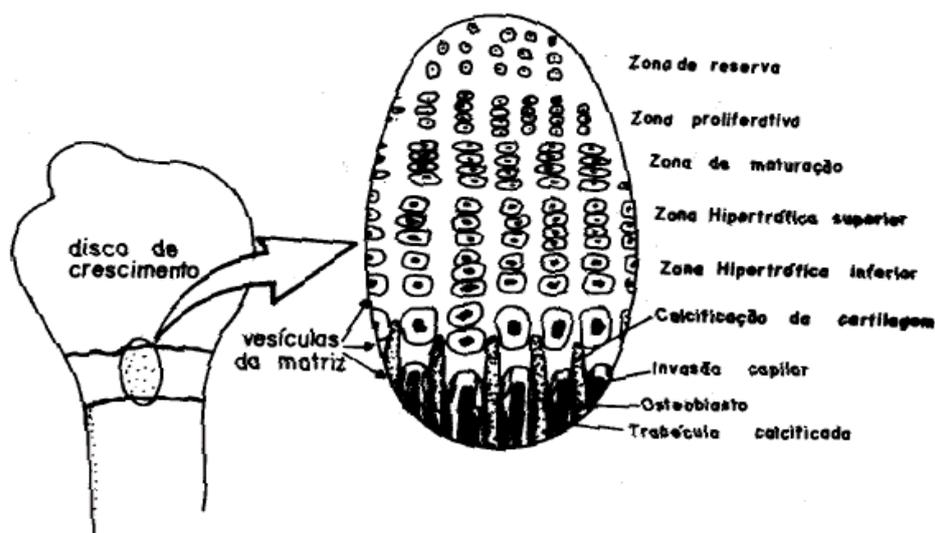


FIGURA 1 - Estágios do processo de ossificação endocondral no disco de crescimento. O processo de ossificação endocondral envolve: proliferação dos condrócitos, maturação e hipertrofia como também síntese e calcificação de matriz extracelular. Esses eventos iniciais são seguidos pela vascularização da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

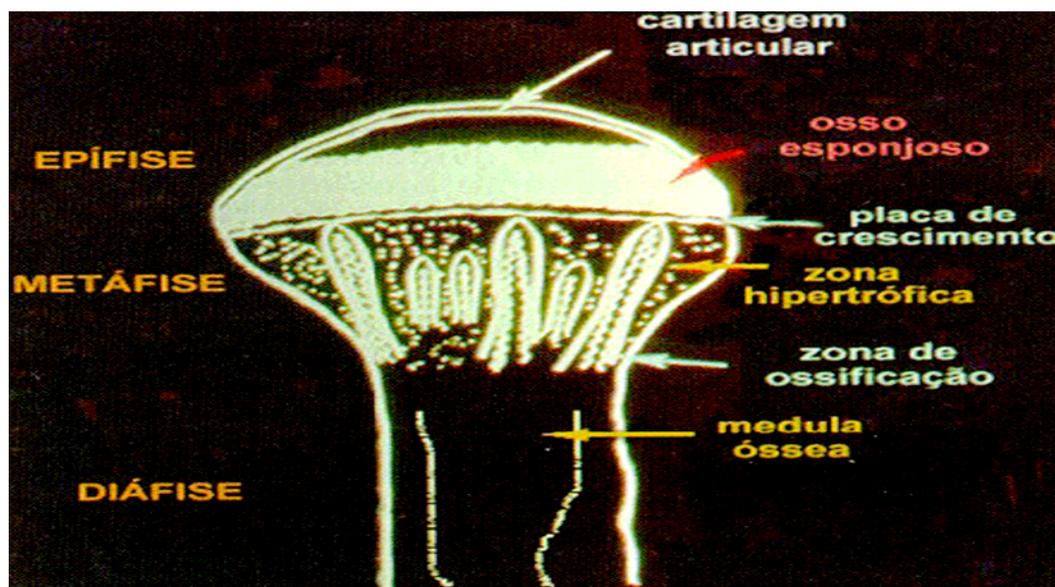


FIGURA 2 – Estrutura de osso longo, mostrando as estruturas da epífise, metáfise e diáfise envolvidas no crescimento ósseo. Fonte: Gonzales & Macari, 2000.

1.1.1. Anormalidades Ósseas

A indústria avícola está atualmente enfrentando uma alta percentagem 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, requer 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 lático, 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).

1.1.1.1. 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).

Esse distúrbio aparece frequentemente entre a 3^a e 8^a semana de vida do frango, com baixa incidência (2%), mas com queda de desempenho e descarte de aves no abatedouro causando perdas relevantes.

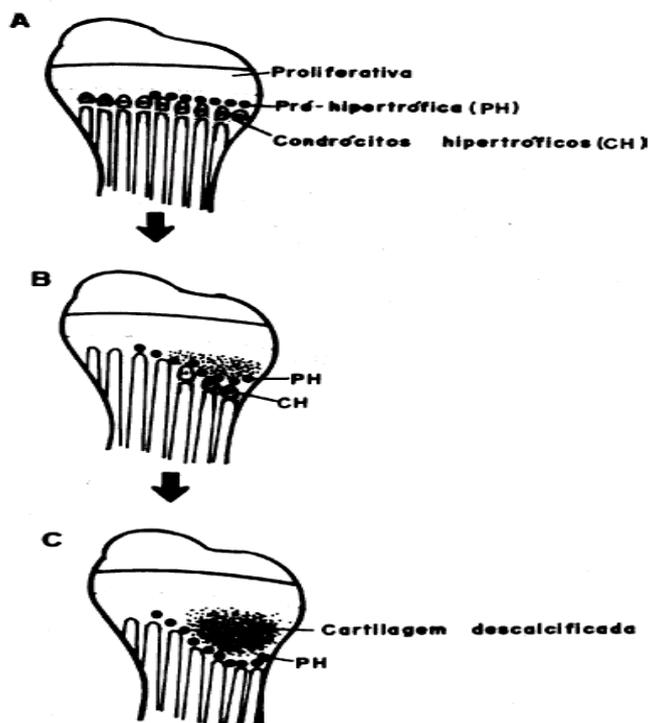


FIGURA 3 – Etapas do desenvolvimento da discondroplasia tibial:

A – inicialmente, o estímulo mecânico interrompe a cascata de diferenciação dos condrocitos pré-hipertrofos.

B – os condrocitos continuam a proliferar-se normalmente levando a um acúmulo de condrocitos pré-hipertrofos.

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.

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).

1.2. Fatores que Influenciam o Desenvolvimento do Tecido Ósseo

Desde 1930, inúmeras causas de deformidades no tecido ósseo em aves foram identificadas. Nutrientes (toxicidades, deficiências e imbalances), 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.

1.2.1. 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 paratireoideano (PTH), hormônio paratireoideano peptídico-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 diidroxicolecalciferol 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).

1.2.2. 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.

1.2.2.1. 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 (protéica ou energética) sobre o ganho de peso e o desenvolvimento ósseo de frangos criados em diferentes temperaturas ambientais. A restrição protéica 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 protéica na segunda semana, quanto a alta temperatura ambiente, a partir do 21º dia de idade, reduziram o ganho de peso e o crescimento do fêmur de frangos.

1.2.2.2. 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.

1.2.2.3. 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).

1.2.2.4. 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).

REFERÊNCIAS

- 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, 2^a 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. New 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.

II – OBJETIVOS GERAIS

O presente trabalho teve por objetivo estudar o comportamento do desenvolvimento ósseo em frangos de corte de diferentes grupos genéticos, criados em duas densidades populacionais. Deste modo foram redigidos dois capítulos, cujos objetivos foram:

1 - Avaliar o efeito da densidade de criação e do grupo genético sobre o desempenho, rendimento de carcaça e desenvolvimento ósseo de frangos de corte;

2 - Avaliar o teor de minerais, volume, resistência e densidade óptica radiográfica dos ossos longos dos grupos genéticos de frangos de corte criados em duas densidades populacionais.

III - Efeito da Densidade de Criação e do Grupo Genético sobre o Desempenho, Rendimento de Carcaça e Desenvolvimento Ósseo de Frangos de Corte

RESUMO – Este trabalho foi realizado objetivando-se avaliar o efeito da densidade de criação (10 e 16 ave/m²) e do grupo genético (Hybro PG, Isa Label JA57 e Ross 308) sobre as características de desempenho, rendimento de carcaça e desenvolvimento ósseo de frangos de corte. Para isto foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em um esquema fatorial 3 x 2 (3 grupos genéticos x 2 densidades de criação) em parcelas subdivididas, sendo as parcelas principais os grupos genéticos e as densidades, e as subparcelas as idades de coleta. A tíbia, fêmur e úmero foram coletados quando as aves estavam com 1, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade, sendo mensurados o comprimento e espessura (mm, expressos em valores absolutos), peso do osso seco, peso do osso úmido (gramas) e o índice de Seedor (peso do osso seco dividido por seu comprimento, mg/mm). Não houve diferenças significativas entre os grupos genéticos e as densidades de alojamento para a maioria dos parâmetros avaliados com exceção do diâmetro do úmero para os grupos genéticos Ross 308 e Hybro PG, quando criados nas densidades 10 e 16 aves/m². Não foram encontradas interações entre densidade e grupo genético para desempenho zootécnico e rendimento de carcaça. Todas as variáveis aumentaram com a idade da ave, observando-se que o grupo genético Isa Label JA57 por não ser melhorado geneticamente e conseqüentemente possuir desenvolvimento lento, sempre apresentou valores inferiores aos grupos genéticos Ross 308 e Hybro PG (desenvolvimento rápido). Pouca diferença foi observada para os padrões de desenvolvimento ósseo dos grupos genéticos Ross 308 e Hybro PG.

Palavras-chave: densidade de criação, desenvolvimento ósseo, frangos de corte, grupo genético, ossos longos

Effect of Rearing Density and Genetic Group on Performance, Carcass Yield Quality and Bone Development in Broiler Chickens

ABSTRACT – The aim of this study was to evaluate the effects of rearing density (10 and 16 birds/ m²) and genetic group (Hybro PG, Isa Label JA57 and Ross 308) on performance, carcass yield and long bone development in broiler chickens reared at 42 days of age. The experimental design was a split-split where the main plots were a combination of three genetic groups and 2 rearing densities in a factorial arrangement, and age was considered a secondary plot, so there were 6 treatments with 5 replications per each one. Tibia, femur and humerus samples were collected when chickens were 1, 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days old. The evaluated parameters were length and width (mm, expressed in absolute values), dry bone weight (g), fresh bone weight (g) and bone weight/ bone length Seedor's index (BW/BL, mg/mm). There was no difference between genetic group and rearing density for the evaluated parameters, exception for humerus width of Ross 308 and Hybro PG reared at the two rearing densities. All variables were increased with chicken age. Isa Label JA57, the genetic group with the slowest metabolism, presented lower values for all evaluated parameters when compared to Ross 308 and Hybro PG. Small differences were observed in curves of Ross 308 and Hybro PG, which were quite similar during the 42 days of rearing, being the higher values found for Hybro PG. The pattern of bone development was the same for all genetic groups, despite the rearing density used, showing that broilers had a standard bone growth curve that is not affected by neither genetic or rearing density.

Key words: bone development, broiler chickens, genetic group, long bone, rearing density

Introdução

A avicultura no Brasil é uma das atividades que mais tem se desenvolvido nas últimas décadas. Este progresso, tanto em números de frangos abatidos como no de ovos produzidos, possibilitou à indústria avícola um notável potencial para prover aos consumidores fontes protéicas saudáveis e a um custo baixo (Hellmeister Filho, 2002). Grande parte desta evolução deve-se aos programas de melhoramento genético das empresas avícolas. Porém, estes mesmos programas imputaram às aves alguns problemas relacionados à alta velocidade de crescimento e alta taxa de deposição de tecido muscular. Dentre estes problemas podemos citar o aumento na taxa de deposição de gordura na carcaça menor resistência aos desafios sanitários de campo, aumento na incidência de doenças metabólicas e anomalias ósseas (Silva, 2004).

A diversidade de linhagens no mercado tem levado os pesquisadores a realizarem ensaios comparativos entre as mesmas. Flemming et al. (1999) realizaram um experimento para estudar o desempenho zootécnico e o rendimento de carcaça com e sem osso entre cinco linhagens de frango de corte (Ross 308, Cobb, Hubbard, Arbor Acres e Isa Vedette), verificando que existem diferenças entre as linhagens comerciais existentes no mercado. Rondelli et al. (2003) também conduziram um experimento com intuito de avaliar os parâmetros produtivos, composição da carcaça e rendimento de duas linhagens de frangos de corte (Ross 308 e Avian Farm). A linhagem Ross 308 apresentou ao final do experimento maior peso corporal e ganho de peso, melhor consumo e conversão alimentar. Os autores também observaram melhor rendimento de peito com osso nos machos e fêmeas da linhagem Ross 308. Em relação às pernas e coxas, os machos Ross 308 mostraram melhores resultados e nenhuma diferença foi observada entre fêmeas de ambas as linhagens.

A densidade populacional também é um aspecto importante a ser considerado no contexto da criação de frangos de corte. Com a introdução de linhagens de alto rendimento no mercado brasileiro, o setor reavaliou os critérios de manejo, nutrição e densidade de criação, a fim de maximizar a produtividade e otimizar os custos. É fundamental definir as características de produção, uma vez que os frangos das linhagens atuais apresentam exigências diferenciadas (Moreira et al., 2004). Neste contexto, torna-se importante a avaliação da melhor densidade populacional a ser utilizada. Por isso, vários pesquisadores têm trabalhado com intuito de aumentar a produtividade sem prejudicar os índices zootécnicos. Oliveira & Carvalho (2002) avaliaram o rendimento de carcaça, produção de carne total e a incidência de lesões no

peito, joelho e coxim plantar na carcaça de aves submetidas a dois tipos de cama (resíduo da cultura de girassol e feno de braquiária) e três densidades populacionais (10, 12 e 15 aves/m²), concluindo que não houve efeito do tipo de cama, densidade ou da interação cama x densidade populacional sobre o peso ao abate, rendimento de carcaça e de cortes e lesões no peito, joelho e coxim plantar.

Porém, poucos estudos avaliam a possibilidade de haver interações entre os diferentes grupos genéticos e diferentes densidades populacionais. Frente a este fato, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da densidade de criação e do grupo genético sobre o desempenho, rendimento de carcaça e desenvolvimento dos ossos longos de frangos de corte.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no aviário da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá, entre os dias 20 de julho e 05 de setembro de 2005.

Foram utilizados três grupos genéticos de frangos de corte: Hybro PG, Isa Label JA57 e Ross 308, os quais foram adquiridos de um incubatório comercial (matrizes com 42 semanas de idade), totalizando 2160 pintainhos machos de um dia de idade, sendo 720 para cada grupo genético, e duas densidades de criação: 10 e 16 aves/m², todos os boxes com dimensão de 5,3 m². No tratamento com densidade 10 aves/m² foram alojados 53 pintainhos e nos tratamentos com 16 aves/m², 91 aves.

As aves receberam durante o período experimental três rações, formuladas de acordo com a idade das aves: inicial (1-21 dias), crescimento (22-35 dias) e final (36-42 dias), seguindo as recomendações nutricionais do NRC (1994) e a composição química dos alimentos de Rostagno (2000).

Durante todo o período experimental a ração e a água foram fornecidas *ad libitum* para as aves. A composição percentual das rações, bem como os níveis calculados, está apresentada na Tabela 1.

Para um melhor entendimento, os tratamentos estão descritos a seguir:

Tratamentos:

T1 - Isa Label JA57 com densidade de criação de 10 aves por metro quadrado;

T2 - Isa Label JA57 com densidade de criação de 16 aves por metro quadrado;

T3 - Ross 308 com densidade de criação de 10 aves por metro quadrado;

T4 - Ross 308 com densidade de criação de 16 aves por metro quadrado;

T5 - Hybro PG com densidade de criação de 10 aves por metro quadrado;

T6 - Hybro PG com densidade de criação de 16 aves por metro quadrado;

TABELA 1 - Composição percentual e calculada das dietas experimentais dos frangos de corte nas fases inicial (1-21 dias), fase de crescimento (22-35 dias) e fase de terminação (36-42 dias).

TABLE 1 – Percentual and calculated composition of experimental diets of broiler chickens in initial (1- 21 days), growing (22-35 days) and final periods (36-42 days).

Ingredientes, % <i>Ingredients, %</i>	Fase inicial (1-21 dias) <i>Initial phase (1-21 days)</i>	Fase de crescimento (22-35 dias) <i>Growing phase (22-35 days)</i>	Fase final (36-42 dias) <i>Final phase (36-42 days)</i>
Milho moído (<i>Corn</i>)	53,23	54,54	62,00
Farelo de soja (<i>Soybean Meal</i>)	39,94	37,53	30,49
Óleo degomado (<i>Oil</i>)	2,91	4,71	4,70
Fosfato bicálcico (<i>Dicalcium Phosphate</i>)	1,61	1,10	0,90
Calcáreo (<i>Limestone</i>)	1,40	1,43	1,33
Sal comum (<i>Salt</i>)	0,45	0,33	0,25
Suplemento mineral- vitamínico ¹ (<i>Vitaminic and Mineral Supplement</i>)	0,15	0,20	0,20
DL-Metionina (<i>DL-Methionine</i>)	0,21	0,06	0,03
Antioxidante (BHT) (<i>Antioxidant (HBT)</i>)	0,10	0,10	0,10
Total (<i>Total</i>)	100,00	100,00	100,00
<i>Valores calculados (Calculated Values)</i>			
Energia metabolizável (EM) (<i>Metabolizable Energy</i>) (kcal/kg)	2.950	3.100	3.200
Proteína bruta (PB) (<i>Crude Protein</i>) (%)	22,00	21,00	18,50
Cálcio (<i>Calcium</i>) (%)	1,00	0,90	0,80
Fósforo disponível (<i>Available Phosphorous</i>)(%)	0,45	0,35	0,30
Metionina + Cistina (<i>Methionine + Cystine</i>) (%)	0,90	0,72	0,60
Metionina (<i>Methionine</i>) (%)	0,53	0,38	0,32
Lisina (<i>Lysine</i>) (%)	1,24	1,00	0,85
Relação EM:PB (<i>Metabolizable Energy and Crude Protein ratio</i>)	134,10	147,62	172,97

¹Premix vitamínico Multi Frango e Multi Mix e premix mineral Multi Mix., Nucleopar S.A.

Parâmetros Avaliados

Para avaliação de desempenho zootécnico (consumo de ração, peso vivo, ganho de peso e conversão alimentar) as rações e as aves foram pesadas semanalmente até o 42º dia.

Aos 42 dias foram escolhidas, aleatoriamente, 2 aves por unidade experimental, perfazendo um total de 10 aves/tratamento para avaliação do rendimento de carcaça com osso. Os parâmetros de rendimento avaliados foram: rendimento da carcaça eviscerada, rendimento de perna total e rendimento de peito.

Para avaliação do crescimento ósseo foram sacrificadas semanalmente (1, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade) 2 aves por repetição para a coleta dos ossos longos (tíbia, fêmur e úmero) tanto do lado direito como esquerdo. Após a coleta os ossos foram congelados e, posteriormente colocados em água fervente por aproximadamente 10 segundos para serem descarnados. Após a retirada do tecido muscular aderido ao osso, os mesmos foram mergulhados em éter de petróleo por um período de 24 horas para serem desengordurados, e então secos em estufa de ventilação forçada a 40° C por 24 horas. Ao final da secagem em estufa os mesmos foram estocados para a realização das análises referentes ao desenvolvimento ósseo.

Para mensuração do peso ósseo (peso úmido e peso seco do osso desengordurado após 24 horas em éter de petróleo e 24 horas em estufa à 40°C) foi utilizada uma balança analítica de precisão (0,0001g).

Tanto o comprimento quanto a espessura óssea foram mensurados com o auxílio de um paquímetro manual (0,01mm). O comprimento foi medido tomando-se a maior distância entre as epífises, e a espessura tomando-se o ponto central do osso, sendo que as mensurações foram feitas sempre nos mesmos pontos em todos os ossos.

Usando o peso do osso seco e seu comprimento foi calculado o índice de Seedor (Seedor et al., 1991 – peso do osso expresso em mg, dividido pelo comprimento do osso expresso em mm), que é utilizado como um indicativo da densidade óssea: quanto maior o índice de Seedor maior a densidade da peça óssea, e vice-versa.

Análise Estatística e Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em um esquema fatorial 3 x 2 com parcelas subdivididas, sendo os fatores principais os 3 grupos genéticos (Ross 308, Hybro PG e Isa Label JA57) e as 2 densidades de criação

(10 e 16 aves/m²), e as subparcelas, as idades de coletas dos ossos, totalizando deste modo 6 tratamentos com 5 repetições cada um, com total de 30 unidades experimentais.

Os dados de desempenho e rendimento de carcaça obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey do procedimento GLM do SAS (2000).

Os dados relacionados ao desenvolvimento ósseo (peso do osso seco, peso do osso úmido, comprimento, espessura e índice de Seedor) não apresentaram distribuição normal, sendo analisados por meio da metodologia de modelos lineares generalizados, admitindo-se distribuição gama e função de ligação recíproca.

Resultados e Discussão

Desempenho

As características de desempenho estão apresentadas na Tabela 2 e 3, onde percebe-se que os grupos genéticos Ross 308 e Hybro PG apresentaram peso vivo, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar diferentes significativamente ($P > 0,01$) quando comparados ao grupo genético Isa Label JA57 em todas as fases de criação (Tabela 2). Este fato pode ser explicado pelo melhoramento genético proporcionado a estes dois grupos genéticos, enquanto que as aves pertencentes ao grupo genético Isa Label JA57 caracterizam-se por não serem tão melhoradas.

Não houve interação entre grupo genético e densidade de criação para todas as características de desempenho.

Para a densidade de criação foram encontradas diferenças significativas ($P < 0,01$) dentro das fases experimentais (inicial, crescimento e final) para peso vivo, ganho de peso e consumo de ração para as aves criadas nas duas densidades de criação, sempre com menor desempenho para as aves criadas em alta densidade, mostrando que o espaço físico influenciou no desempenho destas aves (Tabela 3).

Os resultados obtidos para o ganho de peso na fase inicial, nas duas densidades (Tabela 3), diferem dos achados de Mizubuti et al. (1994), Stringhini (1998) e Lana et al. (2001b), que não observaram efeito da densidade para esta característica; porém corroboram os achados de Goldflus (1997), que obteve resultados semelhantes. O consumo de ração verificado confirma os achados de Goldflus (1994) e Stringhini (1998), que encontraram diferenças na densidade sobre esta característica, mas discorda dos resultados encontrados por Mizubuti et al. (1994) e Lana et al. (2001a). Estas

diferenças se devem provavelmente ao melhor conforto e espaço proporcionado pela menor densidade, em que certamente formou-se um microclima com temperatura mais uniforme, e os frangos adultos, devido ao maior espaço, tinham melhor acesso ao comedouros, bebedouros, enquanto as aves criadas na alta densidade ficaram aglomeradas.

TABELA 2 – Médias de peso (g), ganho de peso (g), consumo de ração (g) e conversão alimentar de frangos de corte de diferentes grupos genéticos, nos períodos de 1 a 21, 22 a 35, 36 a 42 e 1 a 42 dias de idade.

TABLE 2 – Average body weight (g), body weight gain, feed: gain ratio and feed intake of broilers from different genetic groups, in periods from 1 to 21, 22 to 35, 36 to 42 and 1 to 42 days of age.

Período (dias) <i>Periods (days)</i>	Grupo genético <i>Genetic groups</i>	Peso Vivo (g) <i>Body Weight (g)</i>	Ganho peso (g), <i>Weight gain (g)</i>	Consumo ração (g) <i>Feed intake, (g)</i>	Conversão alimentar <i>Feed: gain ratio</i>
1 – 21	Isa Label JA57	431,35 ^b	388,30 ^b	750,33 ^b	1,933 ^b
	Ross 308	769,05	725,71	1008,88	1,391
	Hybro PG	777,12	734,22	1004,26	1,369
CV(%) [*]		3,73	3,95	2,56	2,01
22 – 35	Isa Label JA57	877,04 ^b	445,69 ^b	930,14 ^b	2,088 ^b
	Ross 308	1619,25	850,21	1704,81	2,008 ^{ab}
	Hybro PG	1642,31	865,19	1674,58	1,941 ^a
CV(%) [*]		2,81	6,53	3,26	3,58
36 – 42	Isa Label JA57	1104,58 ^b	227,54 ^b	540,92 ^b	2,380 ^b
	Ross 308	2126,76	507,51	1049,02	2,072
	Hybro PG	2129,46	487,15	1019,21	2,097
CV(%) [*]		2,23	4,57	4,20	5,87
1 – 42	Isa Label JA57	1104,58 ^b	1061,53 ^b	2221,39 ^b	2,093 ^b
	Ross 308	2126,76	2083,42	3762,70	1,806
	Hybro PG	2129,46	2086,56	3698,05	1,773
CV(%) [*]		2,23	2,28	2,16	1,98

a-b Médias dentro de cada coluna, para cada variável, seguida de letras diferentes diferem significativamente ($P < 0,01$) pelo teste de Tukey.

*Coeficiente de variação.

a-b Means in each column, for each variable, followed by different letters are significantly different ($P < 0,01$) by Tukey test.

*Coefficient of variation.

Lana et al. (2001b) e Stringhini (1998) verificaram piora na conversão alimentar com o aumento da densidade no período de 1 – 21 dias, o que corrobora os dados encontrados neste trabalho (Tabela 3).

Na fase de crescimento (22 – 35 dias), pode-se observar que as densidades avaliadas não tiveram influência sobre as características de desempenho (Tabela 3), o que corrobora com Moreira et al. (2004). Lana et al. (2001a) também não verificaram efeito da densidade (10, 12 e 16 aves/m²) sobre as características de desempenho, nesta fase.

Na fase final de criação (35 – 42 dias), as densidades apresentaram diferenças para peso vivo e ganho de peso (Tabela 3), o que está de acordo com Moreira et al. (2004) que observaram diferenças para ganho de peso das aves criadas em diferentes densidades.

TABELA 3 – Médias de peso (g), ganho de peso (g), consumo de ração (g) e conversão alimentar de frangos de corte criados em diferentes densidades (aves/m²), nos períodos de 1 a 21, 22 a 35, 36 a 42 e 1 a 42 dias de idade.

TABLE 3 – Average body weigh (g), body weight gain, feed: gain ratio and feed intake of broilers reared in different densities (birds/m²), in periods from 1 to 21, 22 to 35, 36 to 42 and 1 to 42 days of age.

Período (dias) <i>Periods (days)</i>	Densidades (aves/m ²) <i>Densities (birds/m²)</i>	Peso Vivo (g) <i>Body Weight (g)</i>	Ganho peso, (g) <i>Weight gain (g)</i>	Consumo ração (g) <i>Feed intake, (g)</i>	Conversão alimentar <i>Feed:gain ratio</i>
1 – 21	10	671,43 ^a	628,54 ^a	930,07 ^a	1,549 ^a
	16	646,92 ^b	603,61 ^b	912,24 ^b	1,579 ^b
CV(*) [*]		3,73	3,95	2,56	2,01
22 – 35	10	1389,17	717,74	1443,98	2,023
	16	1369,90	722,98	1429,04	2,002
CV(*) [*]		2,81	6,53	3,26	3,58
36 – 42	10	1809,83 ^a	417,67 ^a	881,38	2,155
	16	1767,03 ^b	397,13 ^b	858,04	2,211
CV(*) [*]		2,23	4,57	4,20	5,87
1 – 42	10	1806,83 ^a	1763,95 ^a	3255,43 ^a	1,883
	16	1767,03 ^b	1723,73 ^b	3199,32 ^b	1,899
CV(*) [*]		2,23	2,28	2,16	1,98

a-b Médias dentro de cada coluna, para cada variável, seguida de letras diferentes diferem significativamente (P<0,01) pelo teste de Tukey.

* Coeficiente de variação.

a-b Means in each column, for each variable, followed by different letters are significantly different (P<0,01) by Tukey test.

*Coefficient of variation *Coefficient of variation.

No período total de criação (1 – 42 dias), observa-se que as densidades influenciaram o peso vivo, ganho de peso e consumo de ração (Tabela 3), isto pode justificar-se pelo fato das aves criadas na densidade 10 aves/m² terem apresentado maior consumo de ração e melhor conversão alimentar, embora para esta última característica não tenham sido encontradas diferenças significativas. Estas diferenças

significativas neste período podem ter ocorrido devido ao melhor conforto ambiental, qualidade da cama e do ar, fatores estes que têm influência direta no comportamento das aves, principalmente as que tiveram um menor espaço físico.

Nas fases 22 – 35, 36 – 42 e 1 – 42 dias não se observou diferença na conversão alimentar (Tabela 3) para todas as aves criadas tanto na densidade 10 quanto 16 aves/m², mostrando que todas tiveram a mesma eficiência de transformação de ração em ganho de peso.

Rendimento de Carcaça

Não houve interação entre grupo genético e densidade de criação no rendimento de carcaça.

Observa-se na Tabela 4 que a densidade de criação das aves não influenciou o rendimento de carcaça dos frangos. Já os grupos genéticos apresentaram diferenças significativas ($P < 0,01$) para rendimento de carcaça eviscerada, rendimento de peito e rendimento de perna entre o grupo genético Isa Label JA57 que apresentou valores inferiores que os grupos genéticos Ross 308 e Hybro PG. Esta diferença já era esperada, pois o grupo genético Isa Label JA57 possui desenvolvimento mais lento que os outros dois grupos genéticos - consequentemente aos 42 dias sua carcaça seria menor em relação aos grupos genéticos melhorados. Estes resultados corroboram os de Souza et al. (1994) e Figueiredo et al. (1999) que também encontraram diferenças entre linhagens para rendimento de carcaça. Resultados semelhantes para rendimento de peito foram verificados por Lisboa et al. (1999) e Araújo et al. (1999), que também observaram diferenças nesta característica ao estudarem diferentes linhagens, comprovando que os programas de melhoramento adotados pelas empresas têm resultados bastante diferenciados para esta característica. Já Mendes et al. (1993) e Fernandes et al. (2001) não observaram diferenças para o rendimento de carcaças, ao avaliarem diferentes linhagens.

Contudo, os resultados obtidos neste trabalho indicam que a variação da densidade de criação de 10 e 16 aves/m² não afeta o rendimento de carcaça e partes. Estes resultados corroboram com os de Moreira et al. (2001), que avaliando as densidades de 10, 13 e 16 aves/m², não verificaram diferenças para o rendimento de carcaça e das principais partes (peito e pernas), o que está de acordo com trabalho realizado por Moreira et al. (2004).

TABELA 4 – Médias e análises de variância para os efeitos de densidade de criação (D), grupo genético (GG) sobre o rendimento de carcaça eviscerada (A), rendimento de peito (B) e rendimento de perna (C).

TABLE 4 - Means and variance analyses for the effects of rearing density (D) and genetic group (GG) on carcass yield (A), breast yield (B) and leg yield (C).

Tratamento (Treatment)	A	B	C
<i>Densidade de Criação (Rearing Density)</i>			
10 aves/m ² (10 birds/m ²)	63,33	19,57	21,27
16 aves/m ² (16 birds/m ²)	63,83	19,73	21,38
<i>Grupo Genético (Genetic Group)</i>			
Isa Label JA57	62,41 ^b	16,69 ^b	20,40 ^b
Ross 308	63,97	21,21	21,35
Hybro PG	64,36	21,06	22,22
<i>Fonte de Variação (Source of Variation)</i>			
D	0,2060	0,6051	0,7286
GG	0,0003	0,0001	0,0001
D x GG	0,3874	0,2059	0,6011
CV (%) [*]	2,37	6,09	5,70

a-b Médias dentro de cada coluna, para cada variável, seguida de letras diferentes diferem significativamente ($P < 0,01$) pelo teste de Tukey.

^{*}Coeficiente de variação.

a-b Means in each column, for each variable, followed by different letters are significantly different ($P < 0,01$) by Tukey test.

^{*}Coefficient of variation.

Crescimento Ósseo

Os resultados de crescimento do úmero, tíbia e fêmur estão mostrados nas Figuras 1 a 15.

Como esperado, o crescimento ósseo (comprimento e espessura) aumentou com a idade do frango, corroborando os achados de Bond et al. (1991) e Bruno (2002). As Figuras 1 a 6 mostram que o comportamento das curvas dos tratamentos T3, T4, T5 e T6 permaneceram semelhantes durante todo o período de criação, sempre crescente com o decorrer dos dias (pois a ave está em fase de crescimento) e maiores que os tratamentos T1 e T2. Este fato pode ser associado às características genéticas destes grupos genéticos, que apresentam crescimento muscular e conseqüentemente ósseo muito rápido quando comparadas ao grupo genético Isa Label JA57 que por não ser melhorado geneticamente apresenta um crescimento do tecido ósseo inferior aos outros dois grupos genéticos.

Não houveram diferenças entre os grupos genético criados nas duas densidades de criação para comprimento, espessura, peso do osso seco, peso do osso úmido e índice de Seedor dos ossos estudados, com exceção do úmero, que apresentou diferenças significativas para a espessura entre os tratamentos T3, T4, T5 e T6 (Figura 4).

Applegatet & Lilburn, (2002) realizaram um trabalho com intuito de relatar as características de crescimento da tíbia e fêmur como uma função da idade e peso das aves. Eles concluíram que o fêmur e a tíbia de frangos de corte Ross 308 x Arbor Acres mostraram diferenças no padrão no desenvolvimento durante o período de crescimento. Estas diferenças ocorreram nas regiões do osso associadas com o crescimento linear (epífise) bem como em regiões mais maduras, próximas à diáfise. Em linhagens modernas de frangos, o fêmur é o osso que mais responde em se tratando de mudanças no peso das aves, por ser o responsável pela maior sustentação do corpo.

As Figuras 7 a 15, que mostram as curvas de desenvolvimento do úmero, tíbia e fêmur apresentaram comportamentos semelhantes para os seis diferentes tratamentos. Como era de se esperar, com o passar dos dias o comprimento dos ossos foi aumentando e conseqüentemente seu peso e índice de Seedor também aumentaram.

A densidade populacional é um aspecto importante a ser considerado, pois o aumento demasiado do número de aves por metro quadrado pode causar redução na taxa de crescimento, aumento na mortalidade, cama com baixa qualidade, aumento na incidência de lesões na carcaça de frango e problemas de perna (Oliveira & Carvalho, 2002). Porém, nossos achados mostram que podemos utilizar densidade de 10 ou de 16 aves por metro quadrado que não influenciará no desenvolvimento ósseo dos três grupos genéticos utilizados neste trabalho.

Conclusão

Nas condições em que as aves foram criadas pode-se concluir que a maioria dos parâmetros físicos relacionados ao crescimento ósseo não foi afetada pelos diferentes grupos genéticos de frango de corte quando criados nas duas densidades populacionais.

O padrão de crescimento dos ossos longos não foi influenciado pelos diferentes grupos genéticos e densidades de criação avaliadas.

REFERÊNCIAS

- APPLEGATE, T. J. & LILBURN, M. S. Growth of the femur and tibia of a commercial broiler line. **Poultry Science**, v. 81: 1289-1294, 2002.
- ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M. ARAÚJO, C. S. S. et al. Diferentes níveis de lisina para duas linhagens de frangos de corte na fase final de criação. **Revista Brasileira de Ciência Avícolas**, v. 1, p. 43, 1999. (suplemento)
- BOND, P. L.; et al. Influence of age, sex, and method of rearing on tibia length and mineral deposition in broilers. **Poultry Science**, 70: 1936-1942, 1991.
- 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.
- FERNANDES, L. M.; VIEIRA, S. L.; KINDLEIN, G. et al. Avaliação do crescimento e rendimento de carcaça de linhagens comerciais e dois tipos de bebedouro. **Revista Brasileira de Ciência Avícolas**, v. 3, p. 1, 2001. (Suplemento)
- FIGUEIREDO, E. A. P.; ROSA, P. S.; SCHEUERMANN, G. N. et al. Estudos de características de carcaças em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícolas**, v. 1, p. 62, 1999. (Suplemento)
- FLEMMING, J. S.; JANZEN, S. A.; ENDO, M. A. Rendimento de carcaça em linhagens comerciais de frangos de corte. **Arch. Vet. Science.**, 4(1): 61-63, 1999.
- GOLDFLUS, F. **Viabilidade da criação de frangos de corte sob alta densidade populacional**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1994. 126p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 1994.
- GOLDFLUS, F.; ARIKI, J.; KRONKA, S. N. et al. Efeitos de diferentes densidades populacionais nas estações fria e quente do ano sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.948-954, 1997.
- HELLMEISTER FILHO, P. 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.
- LANA, G. R. Q.; SILVA, R. G. C.; VALERIO, S. R. et al. Estudo técnico-econômico da criação de frangos de corte alojados sob diferentes densidades e programas de alimentação. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001a. p. 712-714.
- LANA, G. R. Q.; SILVA, R. G. C.; VALERIO, S. R. et al. Efeito da densidade e de programas de alimentação sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**,v. 30, n. 4, p.1258-1265, 2001b.
- LISBOA, J. S.; SILVA, D. J.; SILVA, M. A. et al. Desempenho de três grupos genéticos de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes teores de proteínas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 3, p. 555-559, 1999.

- MENDES, A. A.; GARCIA, E. A.; GONZALES, E. et al. Efeito da linhagem e idade de abate sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 22, n. 3, p. 466-472, 1993.
- MIZUBUTI, I. Y.; FONSECA, N. A. N.; PINHEIRO, J. W. Desempenho de duas linhagens comerciais de frango de corte, criadas sob diferentes densidades populacionais e diferentes tipos de cama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p. 476-484, 1994.
- MOREIRA, J.; MENDES, A. A.; GARCIA, R. G. et al. Efeito da densidade de criação e do nível de energia da dieta sobre o desempenho e rendimento de carcaça em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícolas**, v. 3, p. 39, 2001. (Suplemento)
- MOREIRA, J.; MENDES, A. A.; ROÇA, R. et al. Efeito de densidade populacional sobre o desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne em frangos de corte de diferentes linhagens comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p. 1506-1519, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, Nutrient requirements of domestic animals. **Nutrient requirement of poultry**. Washington: National Academy. Science, 1994, 114 p.
- 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.
- RONDELLI, S.; MARTINEZ, O.; GARCIA, P. T. Sex effect on productive parameters, carcass and body fat composition of two commercial broilers lines. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 5, n. 3, p. 169-173, set.-dec., 2003.
- ROSTAGNO, H. S. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.
- SAS Institute. (2000) *SAS[®] (Statistical Analysis System) User's guide*, Statistics. SAS Institute Inc; Cary, NC.
- SEEDOR, J. G., et al. The biophosphonate alendronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. **Journal of Bone and Mineral Research**, 6: 339-346, 1991.
- SILVA, V. F da. Transtornos do equilíbrio ácido-básico em frangos de corte. Seminário apresentado na disciplina Bioquímica do Tecido Animal, do programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professor responsável pela disciplina: Félix D. D. González. 2004.
- SOUZA, P. A.; SOUZA, H. B. A.; CAMPOS, F. P. et al. Desempenho e características de carcaças de diferentes linhagens comerciais de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n. 5, p. 783-791, 1994.
- STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B. et al. Níveis de metionina+cistina para frangos de corte criados e duas densidades populacionais. I. Desempenho. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1998. p.21.

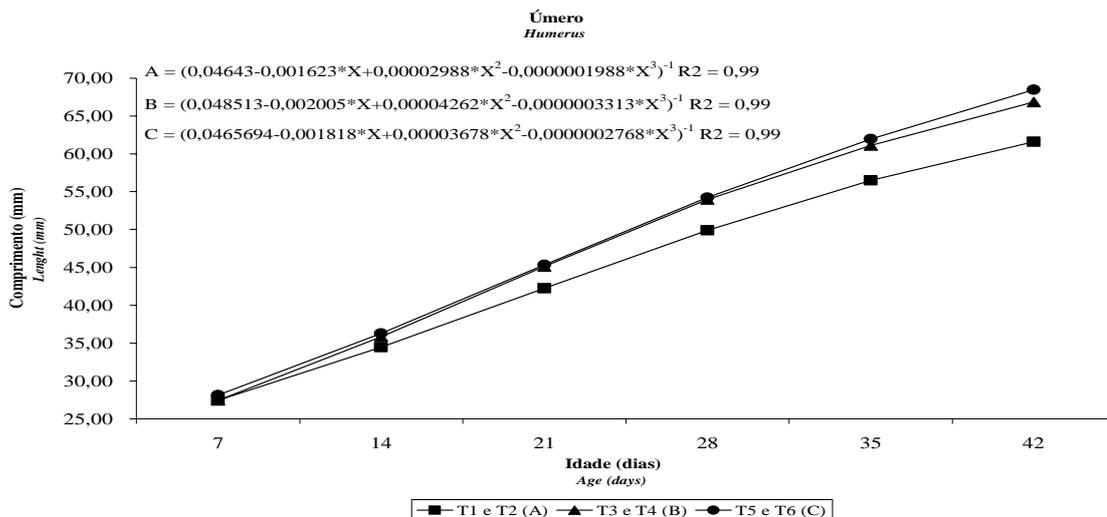


FIGURA 1 – Comprimento do Úmero
 FIGURE 1 – *Humerus Length*

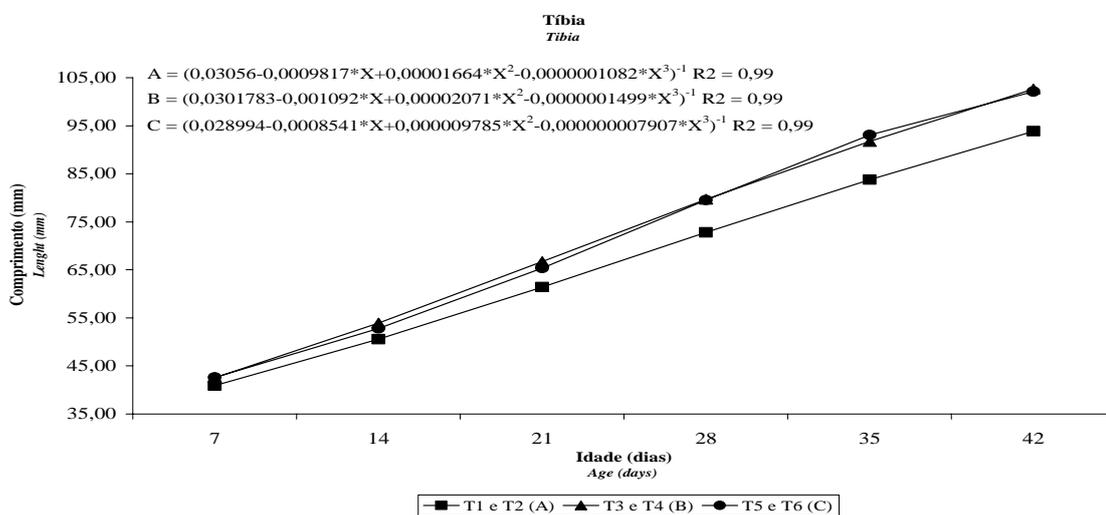


FIGURA 2 – Comprimento da Tíbia
 FIGURE 2 – *Tibia Length*

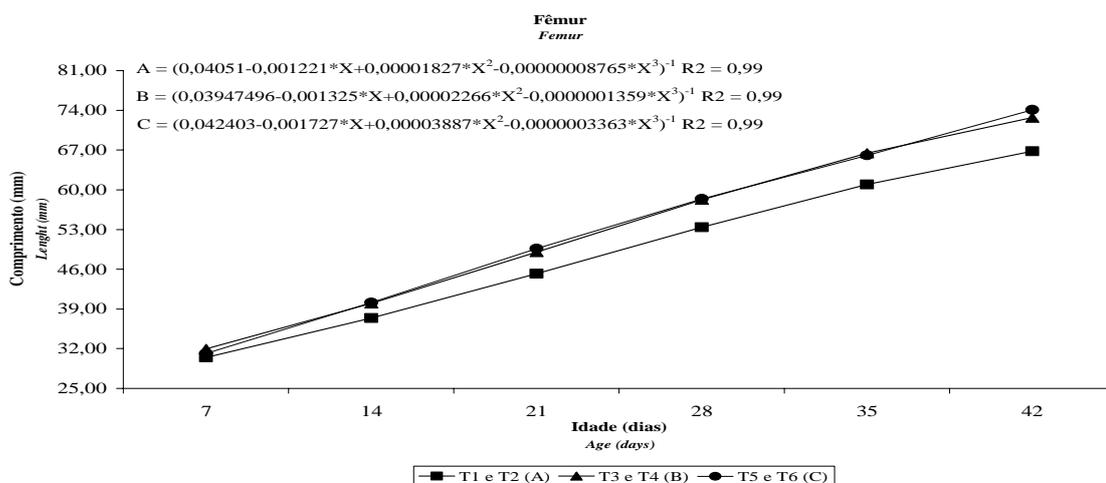


FIGURA 3 – Comprimento do Fêmur
 FIGURE 3 – *Femur Length*

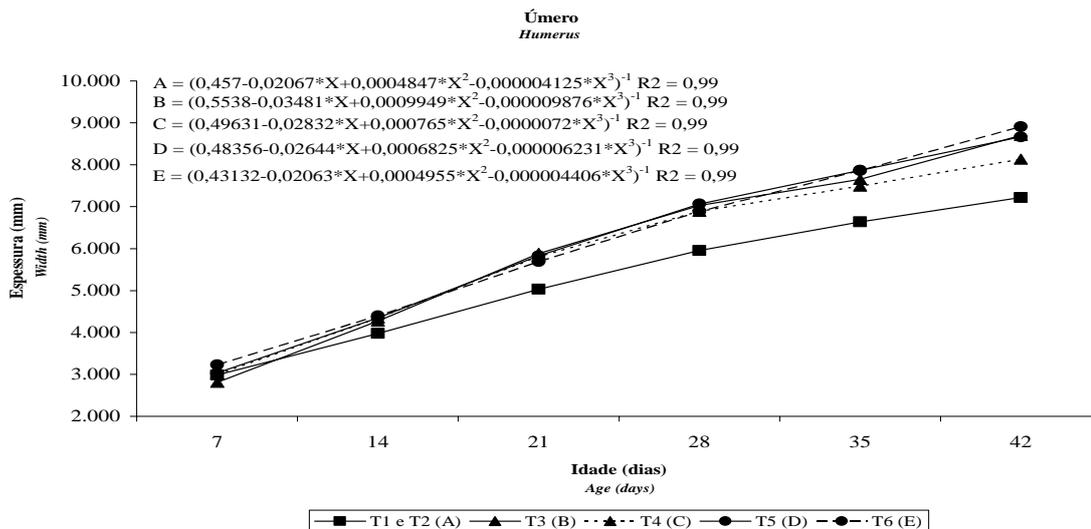


FIGURA 4 – Espessura do Úmero
FIGURE 4 – Humerus Width

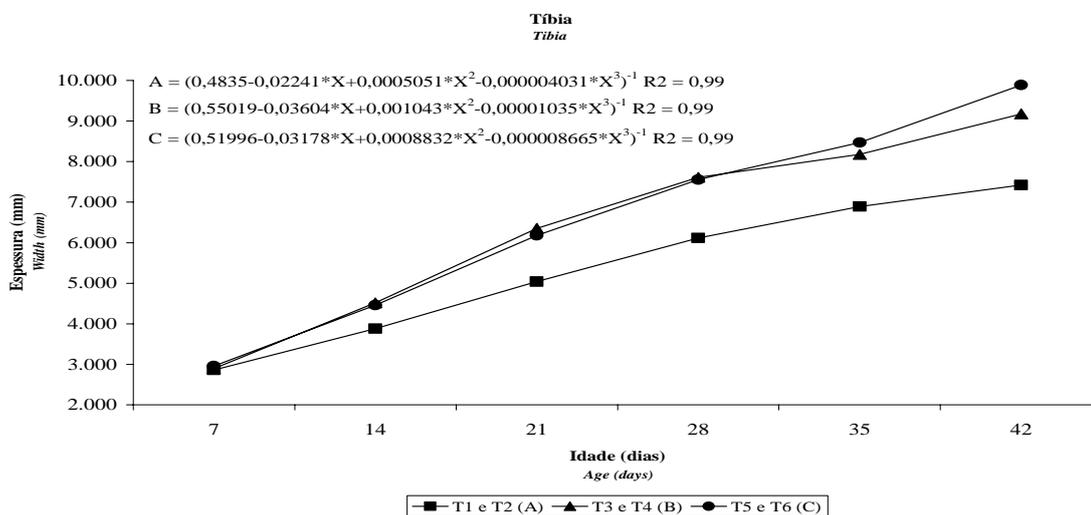


FIGURA 5 – Espessura da Tíbia
FIGURE 5 - Tibia Width

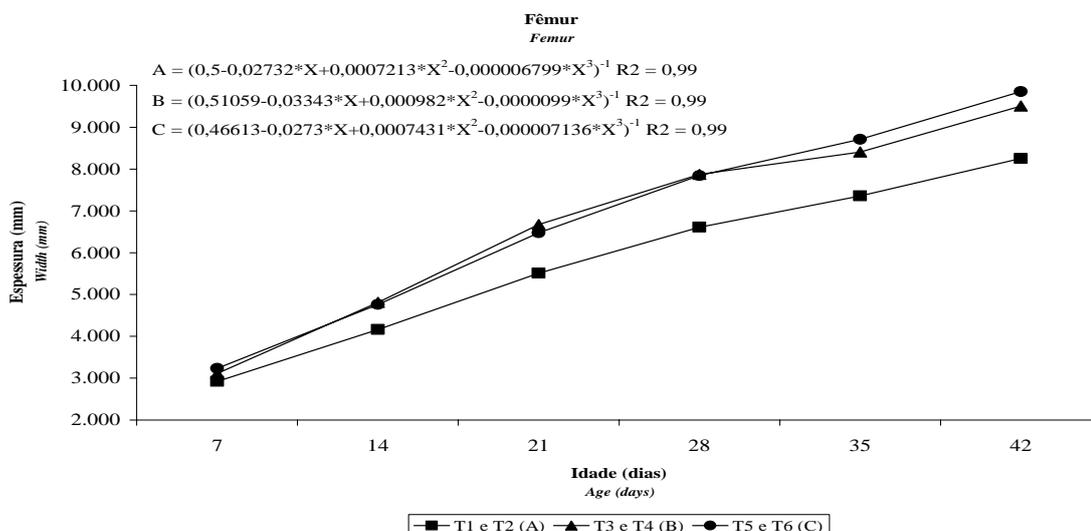


FIGURA 6 – Espessura do Fêmur
FIGURE 6 - Femur Width

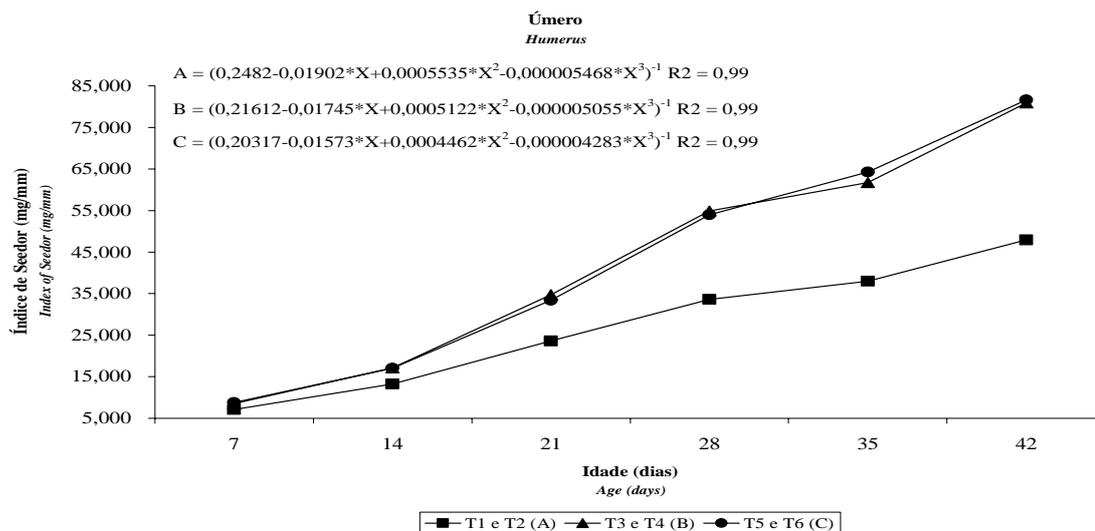


FIGURA 7 – Índice de Seedor (Úmero)

FIGURE 7 Seedor's Index (humerus)

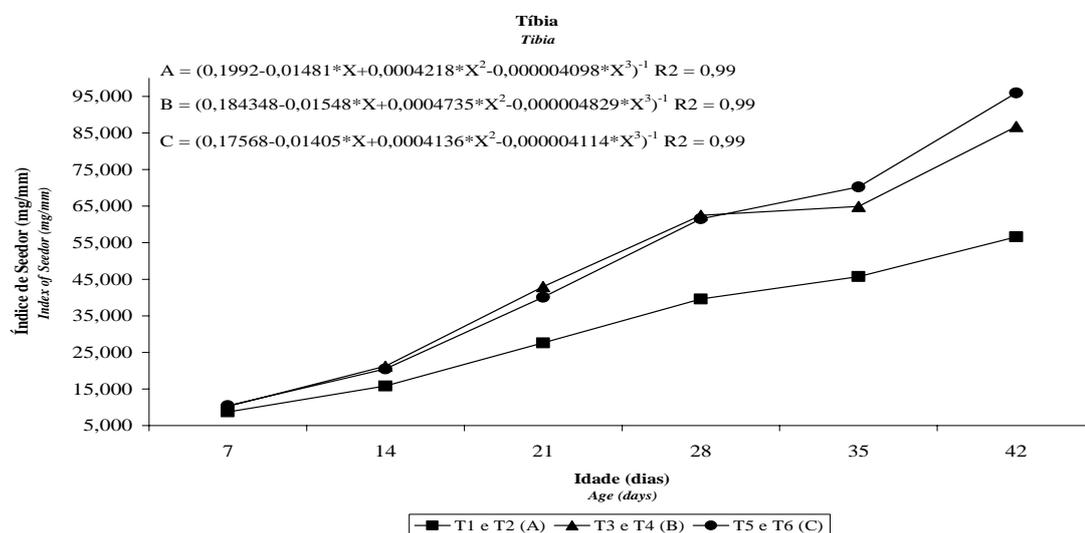


FIGURA 8 – Índice de Seedor (Tíbia)

FIGURE 8 - Seedor's Index (tibia)

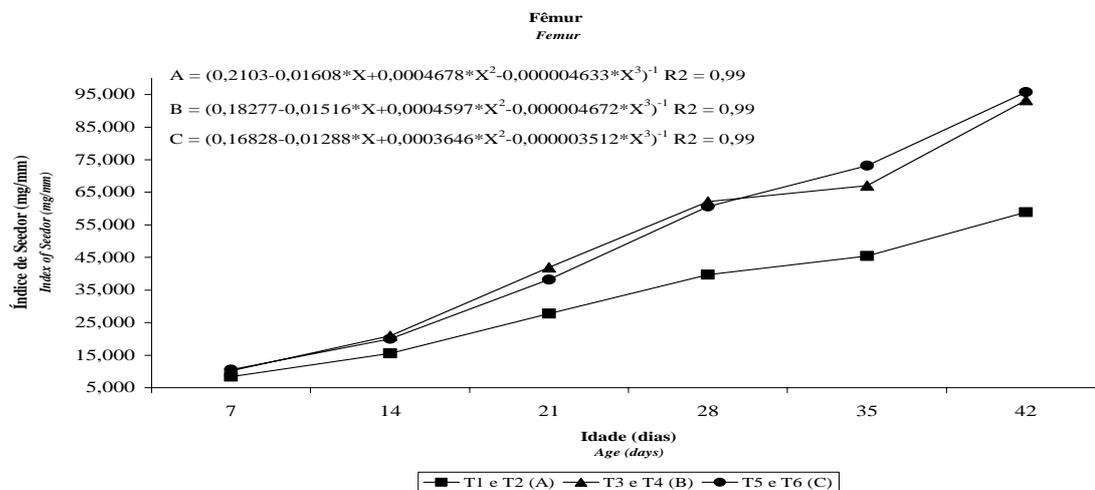


FIGURA 9 – Índice de Seedor (Fêmur)

FIGURE 9 - Seedor's Index (femur)

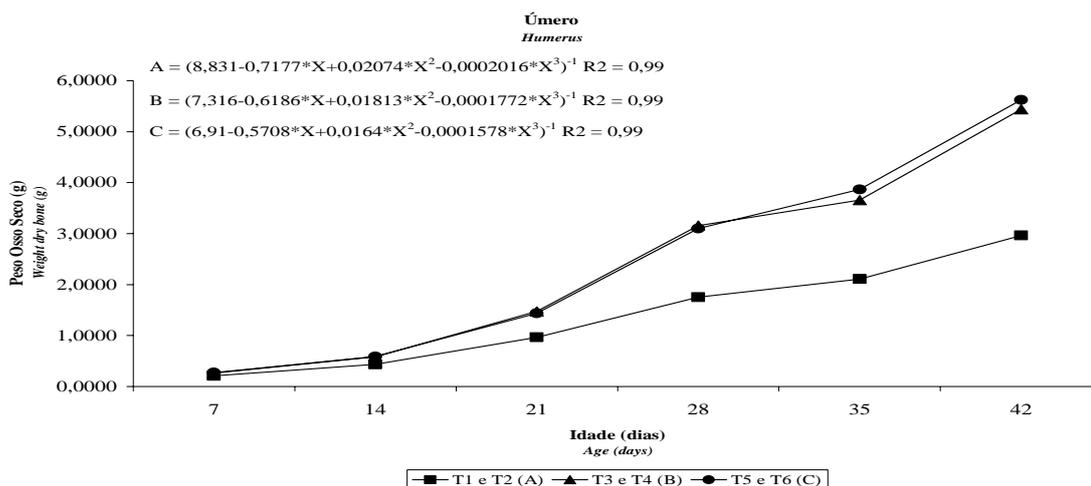


FIGURA 10 – Peso do Osso Seco (Úmero)

FIGURE 10 - Dry Bone Weight (humerus)

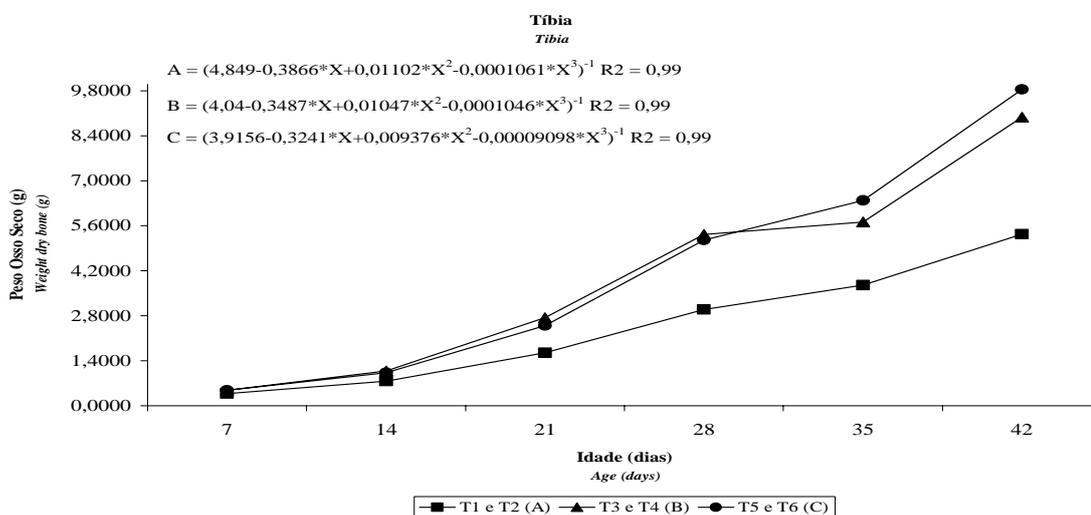


FIGURA 11 – Peso do Osso Seco (Tíbia)

FIGURE 11 - Dry Bone Weight (tibia)

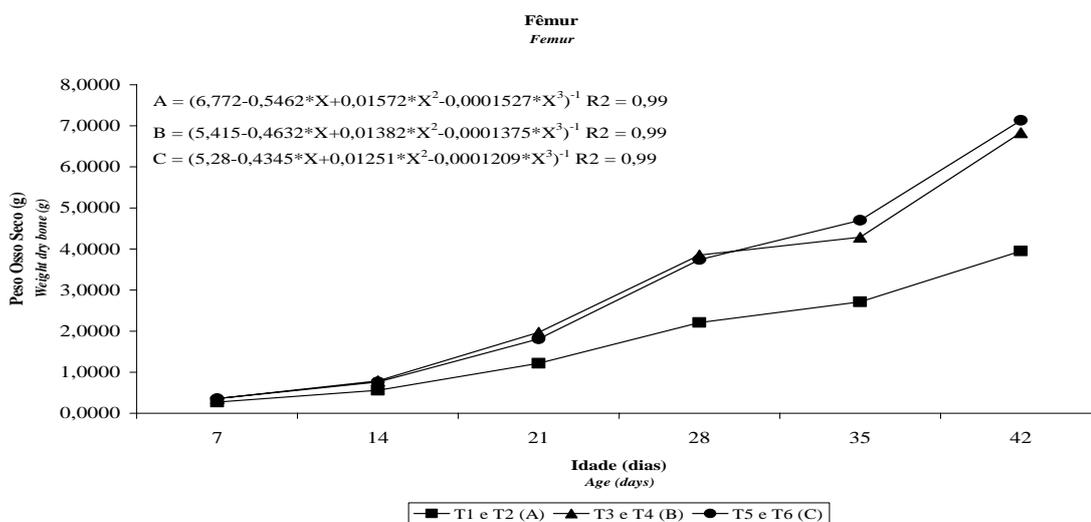


FIGURA 12 – Peso do Osso Seco (Fêmur)

FIGURE 12 - Dry Bone Weight (femur)

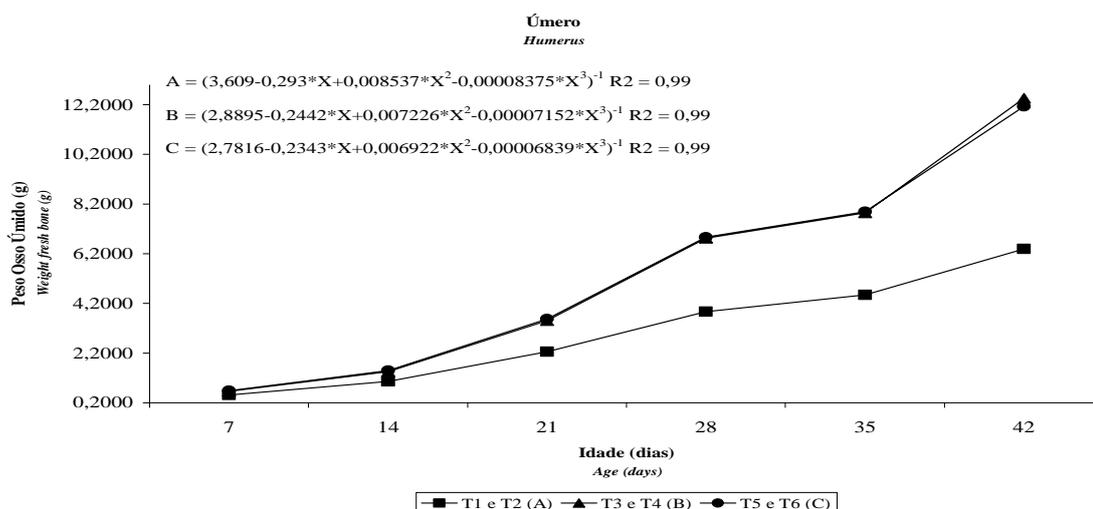


FIGURA 13 – Peso do Osso Úmido (Úmero)

FIGURE 13 - Fresh Bone Weight (humerus)

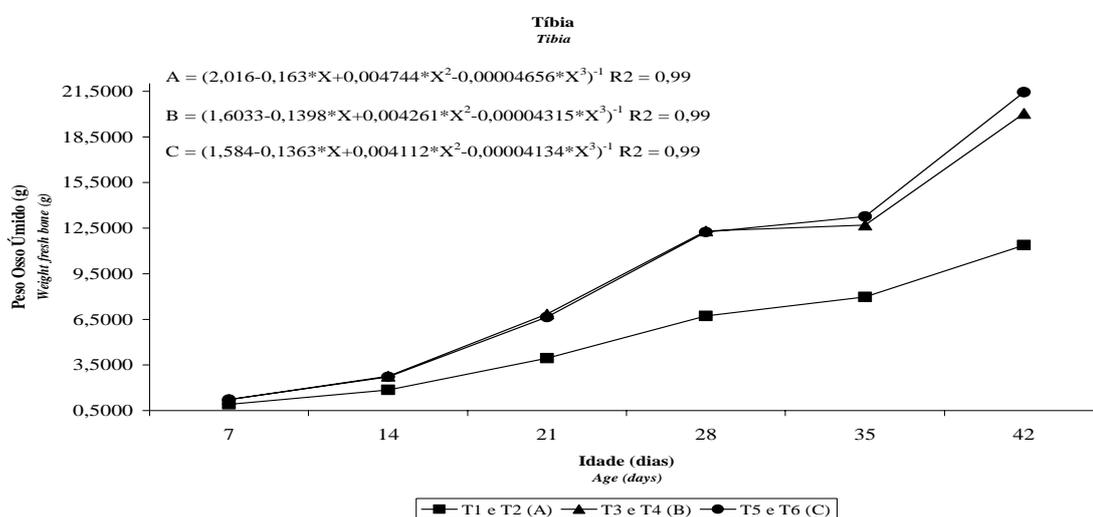


FIGURA 14 – Peso do Osso Úmido (Tíbia)

FIGURE 14 - Fresh Bone Weight (tibia)

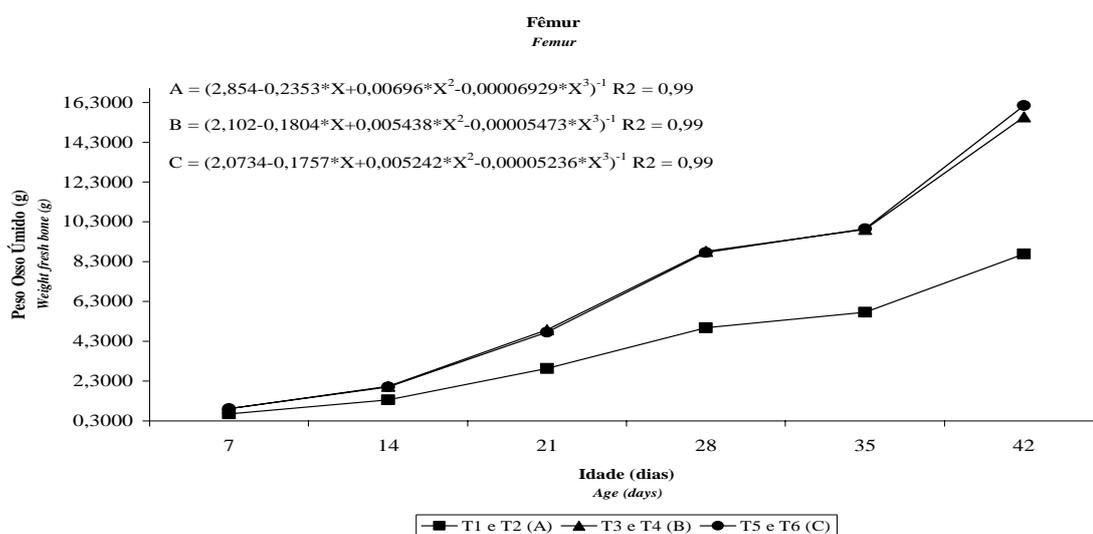


FIGURA 15 – Peso do Osso Úmido (Fêmur)

FIGURE 15 – Fresh Bone Weight (femur)

IV - Efeito da Densidade de Criação e do Grupo Genético sobre a Composição Mineral, Volume, Resistência e Densidade Óptica Radiográfica de Ossos Longos de Frangos de Corte

RESUMO – O trabalho foi realizado com objetivos de se avaliarem a composição mineral, volume, resistência e densidade óptica radiográfica dos ossos longos (tíbia, fêmur e úmero). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com arranjo fatorial 3 x 2, em parcelas subdivididas, sendo os fatores principais os 3 grupos genéticos (Isa Label JA57, Ross 308 e Hybro PG) e as 2 densidades de criação (10 e 16 aves/m²), e os fatores secundários as idades de coletas dos ossos (7 semanas), totalizando deste modo 6 tratamentos com 5 repetições cada um, com total de 30 unidades experimentais. Os resultados deste trabalho apontaram que não houve diferenças significativas para os diferentes grupos genéticos quando criados nas duas densidades para a maioria das características avaliadas com exceção para a resistência da tíbia para o grupo genético Isa Label JA57. O volume apresentou-se crescente com a idade da ave; já a resistência e densidade óptica radiográfica para a maioria dos tratamentos e ossos avaliados, decresceram dos 28 aos 35 dias. O teor de minerais dos ossos avaliados para todos os tratamentos mostrou-se mais evidente nas primeiras semanas, decrescendo no final do experimento.

Palavras-chave: densidade de criação, densidade óptica radiográfica, frango de corte, resistência óssea, teor de minerais, volume ósseo

Effect of Rearing Density and Genetic Group on the Mineral Composition, Volume, Bone Breaking Strength and Density of Long Bones in Broiler Chickens

ABSTRACT – The objective of this experiment was to evaluate the mineral composition, volume, bone breaking strength and density of long bones (humerus, tibia and femur) of broiler chickens. The experimental design was a split-plot where the main plots were a combination of three genetic groups and 2 rearing densities in a factorial arrangement, and age was considered a secondary plot, so there were 6 treatments with 5 replications per each one. The results found showed that there were no differences in the studied genetic groups when submitted to 2 rearing densities for all the evaluated parameters, exception for bone breaking strength of Isa Label JA57's tibia. Bone volume increased with broiler age, while bone breaking strength and bone density showed a decrease from 28 to 35 days of age. Bone mineral content presented higher values in the first and a decrease in the last weeks of rearing. The pattern of bone development was the same for all genetic groups, despite the rearing density used, showing that broilers had a standard bone growth curve that is not affected by genetic nor rearing density.

Key words: bone breaking strength, bone density, bone volume, broiler chicken, mineral content, rearing density

Introdução

Nos últimos anos tem-se optado em criações de frangos de corte em alta densidade com intuito de aumentar a produtividade e a lucratividade do avicultor em um curto espaço de tempo. Para que esta finalidade seja alcançada, é alojado um maior número de aves por m². Isto acarreta em um menor crescimento individual das aves, mas por outro lado proporciona a produção de uma maior quantidade de carne por m² de área útil (Hellmeister Filho et al., 1998; Stringhini et al., 1998; Moreira et al., 2001).

Hoje existem no mercado diversas linhagens de frangos de corte. Apesar dos programas de melhoramento genético conduzidos pelas empresas buscarem os mesmos objetivos – maior rendimento de peito e de coxa, estas linhagens apresentam algumas diferenças genéticas entre si, expressas em diferenças na velocidade de crescimento, principalmente nas primeiras semanas de vida. Esta alta atividade metabólica inicial tem sido responsabilizada pela ocorrência de diversos problemas metabólicos, tais como ascite e a síndrome da morte súbita, e também algumas anomalias ósseas, tais como a discondroplasia tibial (Rath, 1998; Praul et al., 2000).

Além destas diferenças genéticas, outros fatores podem influenciar o desenvolvimento ósseo das aves, tais como: idade, sexo, nutrição, temperatura, manejo (Bond et al., 1991; Rose et al., 1996; Edwards, 2000; Bizeray et al., 2002; Bruno 2002).

No processo de avaliação do desenvolvimento ósseo são utilizados parâmetros físicos e químicos para estimar o grau de maturidade do tecido. Dentre os parâmetros químicos, o teor de cinzas da tíbia tem sido o principal método pelo qual a mineralização óssea tem sido avaliada (Hall et al., 2003). Onyango et al. (2003) concluíram que a densitometria óssea pode ser usada para prever a porcentagem de cinzas na tíbia de frangos de corte. A densitometria óptica radiográfica é uma das metodologias utilizadas para inferir o conteúdo de mineral de ossos, através de suas imagens radiográficas (Louzada, 1994). Apesar das técnicas de avaliação quantitativa e qualitativa do estado de mineralização óssea estarem avançadas de forma acentuada, seus graus de complexidade e de custo impedem, até certo ponto, sua utilização de forma rotineira (Louzada et al., 1998).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o teor de minerais, volume, resistência e densidade óptica radiográfica dos ossos longos dos diferentes grupos genéticos criados em duas densidades de criação.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no aviário da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá. O período experimental teve início no dia 20 de julho de 2005 e se estendeu até 05 de setembro de 2005.

Foram utilizados três grupos genéticos de frangos de corte: Hybro PG, Isa Label JA57 e Ross 308 adquiridos de um incubatório comercial (matrizes com 42 semanas de idade), totalizando 2160 pintainhos machos de um dia de idade, sendo 720 para cada grupo genético, e duas densidades de criação: 10 e 16 aves/m². No tratamento com densidade 10 aves/m² foram alojados 53 pintainhos e nos tratamentos com 16 aves/m², 91 aves.

As aves receberam durante o período experimental três rações, formuladas de acordo com a idade das aves: inicial (1-21 dias), crescimento (22-35 dias) e final (36-42 dias), seguindo as recomendações nutricionais do NRC (1994) e a composição química dos alimentos de Rostagno (2000).

Durante todo o período experimental a ração e a água foram fornecidas *ad libitum* para as aves. A composição percentual das rações, bem como os níveis calculados, está apresentada na Tabela 1.

Para um melhor entendimento, os tratamentos estão descritos a seguir:

Tratamentos:

T1 - Isa Label JA57 com densidade de criação de 10 aves por metro quadrado;

T2 - Isa Label JA57 com densidade de criação de 16 aves por metro quadrado;

T3 - Ross 308 com densidade de criação de 10 aves por metro quadrado;

T4 - Ross 308 com densidade de criação de 16 aves por metro quadrado;

T5 - Hybro PG com densidade de criação de 10 aves por metro quadrado;

T6 - Hybro PG com densidade de criação de 16 aves por metro quadrado;

TABELA 1 - Composição percentual e calculada das dietas experimentais dos frangos de corte nas fases inicial (1-21 dias), fase de crescimento (22-35 dias) e fase de terminação (36-42 dias).

TABLE 1 – Percentual and calculated composition of experimental diets of broiler chickens in initial (1- 21 days), growing (22-35 days) and final periods (36-42 days).

Ingredientes, % <i>Ingredients, %</i>	Fase inicial (1-21 dias) <i>Initial phase (1-21 days)</i>	Fase de crescimento (22-35 dias) <i>Growing phase (22-35 days)</i>	Fase final (36-42 dias) <i>Final phase (36-42 days)</i>
Milho moído (<i>Corn</i>)	53,23	54,54	62,00
Farelo de soja (<i>Soybean Meal</i>)	39,94	37,53	30,49
Óleo degomado (<i>Oil</i>)	2,91	4,71	4,70
Fosfato bicálcico (<i>Dicalcium Phosphate</i>)	1,61	1,10	0,90
Calcáreo (<i>Limestone</i>)	1,40	1,43	1,33
Sal comum (<i>Salt</i>)	0,45	0,33	0,25
Suplemento mineral- vitamínico ¹ (<i>Vitaminic and Mineral Supplement</i>)	0,15	0,20	0,20
DL-Metionina (<i>DL-Methionine</i>)	0,21	0,06	0,03
Antioxidante (BHT) (<i>Antioxidant (HBT)</i>)	0,10	0,10	0,10
Total (<i>Total</i>)	100,00	100,00	100,00
<i>Valores calculados (Calculated Values)</i>			
Energia metabolizável (EM) (<i>Metabolizable Energy</i>) (kcal/kg)	2.950	3.100	3.200
Proteína bruta (PB) (<i>Crude Protein</i>) (%)	22,00	21,00	18,50
Cálcio (<i>Calcium</i>) (%)	1,00	0,90	0,80
Fósforo disponível (<i>Available Phosphorous</i>)(%)	0,45	0,35	0,30
Metionina + Cistina (<i>Methionine + Cystine</i>) (%)	0,90	0,72	0,60
Metionina (<i>Methionine</i>) (%)	0,53	0,38	0,32
Lisina (<i>Lysine</i>) (%)	1,24	1,00	0,85
Relação EM:PB (<i>Metabolizable Energy and Crude Protein ratio</i>)	134,10	147,62	172,97

¹Premix vitamínico Multi Frango e Multi Mix e premix mineral Multi Mix., Nucleopar S.A.

Para avaliação do volume, resistência, densidade óptica radiográfica e composição mineral dos ossos foram sacrificadas semanalmente (1, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade) 2 aves por repetição para a coleta dos ossos longos (tíbia, fêmur e úmero) tanto do lado direito como esquerdo. Após a coleta os ossos foram congelados. Posteriormente foram colocados em água fervente por aproximadamente 10 segundos e

consequentemente mergulhados em éter de petróleo por um período de 24 horas para serem desengordurados e então secos em estufa de ventilação forçada a 40° C por 24 horas e posteriormente foram realizadas análises (com os ossos da perna e asa direita das aves) referentes ao desenvolvimento ósseo.

O volume ósseo foi determinado através do método de deslocamento da água. Foi utilizada uma balança analítica de precisão (0,0001g), na qual foi colocado um recipiente com água. Após o conhecimento do peso da água, foi introduzido no recipiente o osso e, pela diferença do peso obtido, calculou-se o volume ósseo.

O ensaio para a determinação da densidade óptica radiográfica foi realizado na Clínica de Odontologia do Hospital Universitário de Maringá.

Em uma primeira etapa as peças ósseas foram radiografadas. Para isto as mesmas foram colocadas sob o filme (marca Kodak Intraoral E-Speed Film, size 2, tipo periapical), todas na mesma posição, e então radiografadas utilizando-se um aparelho de raios-x odontológico Dabi Atlante, modelo: Spectro 70X, Classe I – Tipo B – Comum, calibrado com distância foco-filme de 25 cm, ajustado para 70kVp, e tempo de exposição de 0,3 segundos. Após a obtenção das radiografias, as mesmas foram processadas em uma reveladora A/T2000 XR Air Techniques, utilizando-se um tempo de processamento de quatro minutos.

Em uma segunda etapa, as radiografias foram digitalizadas utilizando-se um scanner, com a resolução de 600 DPI (“Dots Per Inch” = pontos por polegada), 50% de brilho, 50% de contraste, W – 1,58, H – 1,84, X – 0,00 e y – 0,05 e gravadas em arquivos com extensão JPG progressivo.

A terceira etapa consistiu na leitura das radiografias para a determinação da densidade das peças ósseas. Para isto foi utilizado o software “Adobe Photoshop 7.0”, o qual possui uma ferramenta (“Histograma”), que analisa a densidade radiográfica da área selecionada, a qual encontra-se distribuída em uma escala de cores, mais especificamente o cinza, que possui 256 tons, onde o valor 0 (zero) representa o preto e o valor 256 representa o branco. A determinação da densidade óssea foi realizada em uma área específica, e não no osso como um todo. A ferramenta “Histograma” permite a delimitação da área na qual pretende-se determinar a densidade. A área escolhida foi a mais central possível, por ser a mesma área que no ensaio de resistência recebeu a aplicação da força necessária à quebra.

A análise da resistência óssea foi realizada no Laboratório de Materiais de Construção e Mecânica de Solos pertencente ao Centro de Tecnologia da UEM, sendo

os valores expressos em kilograma força (Kgf). Foram colocados apoios na região das epífises ósseas, os ossos ficaram apoiados apenas em suas extremidades, encontrando-se sem apoio na região central. A força foi aplicada na região central, sempre no mesmo ponto em todos os ossos e mensurada a força aplicada no momento da ruptura do osso.

Após o ensaio para determinação da resistência óssea, os ossos foram preparados para a determinação do teor de cinzas. Para isso, os ossos foram quebrados com auxílio de um alicate. Após este processo as amostras foram calcinadas em mufla a 600°C também por 24 horas, para a determinação do teor de cinzas, utilizando-se balança de precisão (0,0001 g).

Análise Estatística e Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em um esquema fatorial 3 x 2 com parcelas subdivididas, sendo os fatores principais os 3 grupos genéticos (Ross 308, Hybro PG e Isa Label JA57) e as 2 densidades de criação (10 e 16 aves/m²), e as subparcelas as idades de coletas dos ossos, totalizando deste modo 6 tratamentos com 5 repetições cada um, com total de 30 unidades experimentais.

Os dados relacionados ao desenvolvimento ósseo (volume, densidade, resistência e cinzas) não apresentaram distribuição normal, sendo analisados por meio da metodologia de modelos lineares generalizados, admitindo-se distribuição gama e função de ligação recíproca.

Resultados e Discussão

Os resultados de volume, resistência, densidade e teor de cinzas dos três ossos longos estão representados nas Figuras 1 a 12.

Não houve diferenças significativas entre os diferentes grupos genéticos criados nas duas densidades populacionais na maioria dos parâmetros avaliados, com exceção para a resistência da tíbia para o grupo genético Isa Label JA57. Na Figura 5 observa-se que a curva do tratamento 2 (T2) apresentou-se valores superiores à curva do tratamento 1 (T1) somente até 30 dias depois a resistência da tíbia do T2 foi menor quando comparada ao T1. O Manual de Produção Label Rouge recomenda que a partir da terceira semana de idade, as aves sejam liberadas pela manhã para um passeio, visando ao desenvolvimento da musculatura. Portanto, a diferença na resistência da tíbia para os tratamentos 1 e 2 pode ser devido ao fato delas terem sido criadas confinadas e as aves criadas em alta densidade (16 aves/m²) apresentaram uma menor resistência na tíbia nas

últimas semanas, pois tinham um menor espaço para caminhada quando comparada ao T1.

A resistência óssea está relacionada com o aspecto físico (formato, tamanho e massa), arquitetura (orientação das fibras de colágeno), e propriedades materiais (molécula matriz). Uma deformidade óssea, como tibia torta, terá diferenças na resistência quando comparada com uma tibia normal apesar de terem propriedades materiais similares, como suas matrizes mineral e orgânica. Da mesma forma, mudanças nas propriedades da matriz como baixa calcificação devido à osteomalácia ou hidroxilação de colágeno pode impedir a ligação cruzada e pode alterar a resistência óssea (Rath et al., 2000).

Para todos os seis tratamentos dos parâmetros: volume, resistência e densidade (Figuras 1 a 9) dos três ossos (úmero, tibia e fêmur) até os 21 dias mostraram-se crescentes. A partir dos 21 dias ao final do experimento a porcentagem de cinzas do úmero, tibia e fêmur (Figuras 10, 11 e 12) só diminuiu para todos os tratamentos e mesmo com um menor teor de cinzas a resistência e densidade da tibia para todos os tratamentos não foram afetados na última semana, pois a densidade e resistência do tecido ósseo não estão relacionadas somente com a parte inorgânica (teor de cinzas) e sim também com a parte orgânica (estrutura de colágenos). Rath et al. (1999) afirmaram que a resistência óssea não está condicionada apenas ao nível de minerais, mas também à estrutura orgânica do osso. Os autores explicam que o osso é um tecido complexo composto pelas matrizes orgânicas e inorgânicas que oferecem suporte e resistência mecânica. A matriz inorgânica, principalmente, hidroxiapatita, fornece a resistência à compressão e a matriz orgânica, composta predominantemente por colágeno, provém a resistência a tensão e serve de suporte para a incorporação da matriz orgânica.

A idade da ave mostrou influenciar o teor de cinzas nos ossos longos. Os resultados mostram um aumento na deposição de minerais nas primeiras semanas, resultados estes que corroboram os de Bruno (2002) e Skinner & Waldroup (1995).

Apesar de o grupo genético Isa Label JA57 apresentar resistência, densidade e volume ósseo numericamente menor durante os 42 dias de criação, o teor de cinzas do úmero foi parecido ao dos outros dois grupos genéticos, mostrando porcentagens inferiores até aproximadamente 25 dias, após esta idade até os 42 dias o teor de cinzas manteve-se numericamente superior que os outros tratamentos (T3 e T4, T5 e T6) (Figura 10). Pode ser que o grupo genético Isa Label JA57 por ser um grupo não melhorado geneticamente apresenta maior porcentagem de cinzas nos ossos quando

comparado aos grupos genéticos com desenvolvimento rápido. Tablante et al. (2003) citam em seu trabalho que a porcentagem de cinzas no osso foi significativamente menor nos machos que nas fêmeas, e afirma que é devido ao rápido crescimento dos machos comparado com as fêmeas.

Dos 28 aos 35 dias o comportamento das curvas de resistência e densidade dos três ossos (Figuras 4 a 9) para os três grupos genéticos decresceu, o que pode estar relacionado com a redução na síntese ou organização do colágeno (Knott & Bailey, 1998). Bruno (2002) encontrou resultados positivos onde a resistência óssea aumentou de acordo com a idade do frango para os três ossos (tíbia, fêmur e úmero).

O volume do úmero, tíbia e fêmur (Figuras 1 a 3) foram sempre crescentes com o decorrer das semanas para os três grupos genéticos, onde a Isa Label JA57 obteve-se numericamente valores inferiores à Ross 308 e Hybro PG. O grupo genético Hybro PG apresentou numericamente volume dos três ossos superior nas duas últimas semanas em relação à Ross 308 (Figuras 1 a 3).

Conclusão

Os resultados sugerem que tanto as densidades de criação utilizadas, assim como os diferentes grupos genéticos avaliados não alteram o padrão de desenvolvimento ósseo dos frangos de corte, expresso pelas variáveis estudadas.

Estes resultados indicam a utilização de alta densidade (16 aves/m²), com intuito de aumentar a produtividade e lucratividade, sem afetar o desenvolvimento físico e químico dos ossos longos, os quais parecem ser pré-definidos geneticamente.

REFERÊNCIAS

- 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.
- BOND, P. L.; et al. Influence of age, sex, and method of rearing on tibia length and mineral deposition in broilers. **Poultry Science**, 70: 1936-1942, 1991.
- 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.
- EDWARDS, H. M. Jr. Nutrition and skeletal problems in poultry. **Poultry Science**, 79: 1018-1023, 2000.
- HALL, L. E.; SHIRLEY, R. B.; BAKALLI, R. I.; AGGREY, S. E.; PESTI, G. M.; EDWARDS, H. M. Jr. Power of two methods for estimation of bone ash broilers. **Poultry Science**, v. 82: 414-418, 2003.
- 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.
- KNOTT, L.; BAILEY, A. J. Collagen cross-link in mineralizing tissues: a review of their chemistry, function and clinical relevance. **Bone**, V. 22, p. 181-187, 1998.
- LOUZADA, M. J. Q. Otimização da técnica de densitometria óptica em imagens radiográficas de peças ósseas. Estudo “In vitro”. **Tese de Doutorado**, DEB/FEE, UNICAMP, Campinas. 191p, 1994.
- LOUZADA, M. J. Q.; PELÁ, C. A.; BELANGERO, W. D.; SANTOS-PINTO, R. Avaliações de densidade óssea em imagens radiográficas: estudo em peças ósseas de cães. **RBE-Caderno de Engenharia Biomédica**, v. 14, n. 1, p. 47-64, jan/jun, 1998.
- Manual de Produção Label Rouge. Interaves, avicultura com tecnologia.
- MOREIRA, J.; MENDES, A. A.; GARCIA, R. G. et al. Efeito da densidade de criação e do nível de energia da dieta sobre o desempenho e rendimento de carcaça em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícolas**, v. 3, p. 39, 2001. (Suplemento)
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, Nutrient requirements of domestic animals. **Nutrient requirement of poultry**. Washington: National Academy. Science, 1994, 114 p.
- ONYANGO, E. M.; HESTER, P. Y.; STROSHINE, R. ADEOLA, A. Bone densitometry as an indicator of percentage tibia ash in broiler chicks fed varying dietary calcium and phosphorus levels. **Poultry Science**, v. 82: 1787-1791, 2003.
- PRAUL, C. A.; FORD, B. C.; GAY, C. V. et al. Gene expression and tibial dyschondroplasia. **Poultry Science**, 79: 1009-1013, 2000.
- 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.; BALOG, J. M.; HUFF, W. E. Comparative differences in the composition and biochemical properties of tibiae of seven-an seventy-two-week-old male and female broiler breeder chickens. **Poultry Science**, V. 78, p. 1232-1239, 1999.
- RATH, N. C.; HUFF, G. R.; HUFF, W. E.; BALOG, J. M. Factors regulating bone maturity strength in poultry. **Poultry Science**, v. 79: 1024-1032, 2000.
- ROSE, N. et al. Sex differences in bone growth of broiler chickens. *Growth, Development and Aging*, 60: 49-59, 1996.
- ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.
- SKINEER, J. T. & WALDROUP, P. W. Allometric bone development in floor-reared broilers. **The Journal Applied Poultry Research**, 4: 265-27, 1995.
- STRINGHINI, J. H.; ARIKI, J.; CAFÉ, M. B. et al. Níveis de metionina + cistina para frangos de corte criados em duas densidades populacionais. I. Desempenho. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1998. p.21.
- 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.

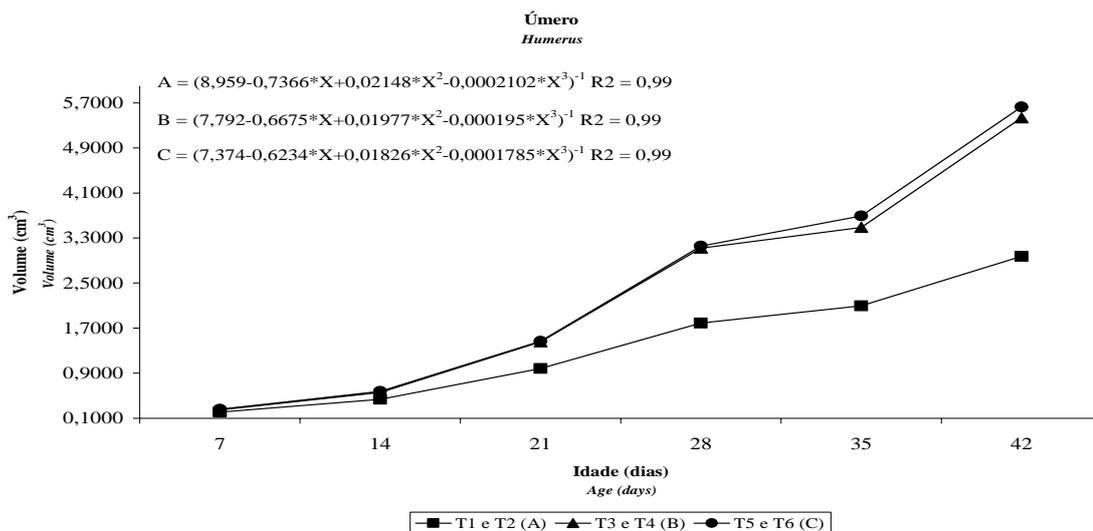


FIGURA 1 – Volume do Úmero
FIGURE 1 – Humerus Volume

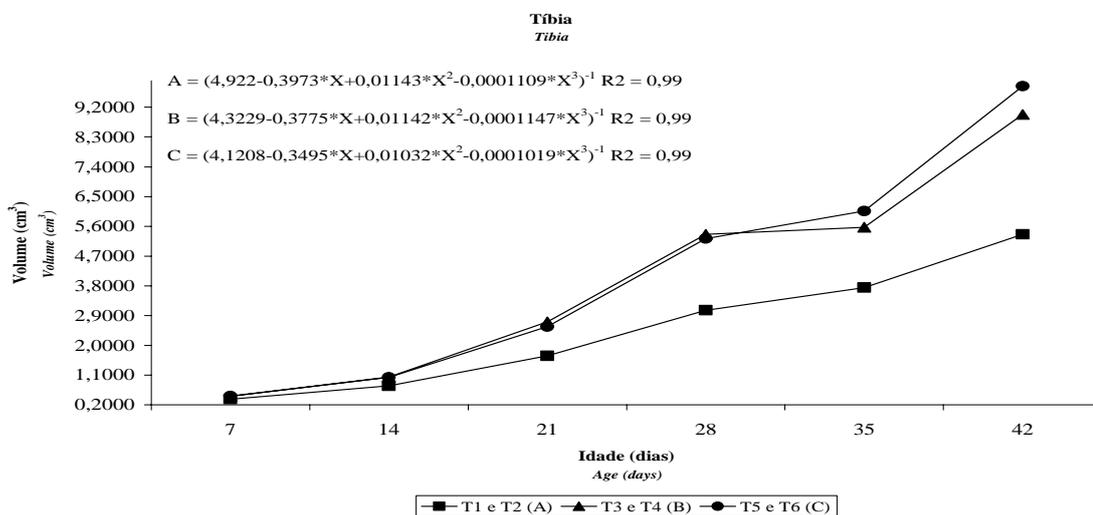


FIGURA 2 – Volume da Tíbia
FIGURE 2 – Tibia Volume

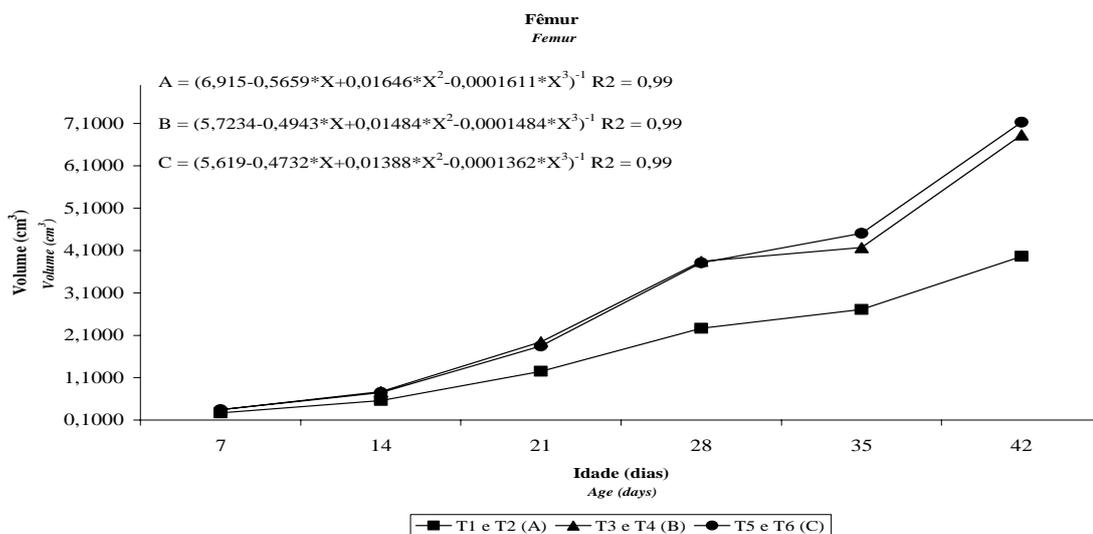


FIGURA 3 – Volume do Fêmur
FIGURE 3 – Femur Volume

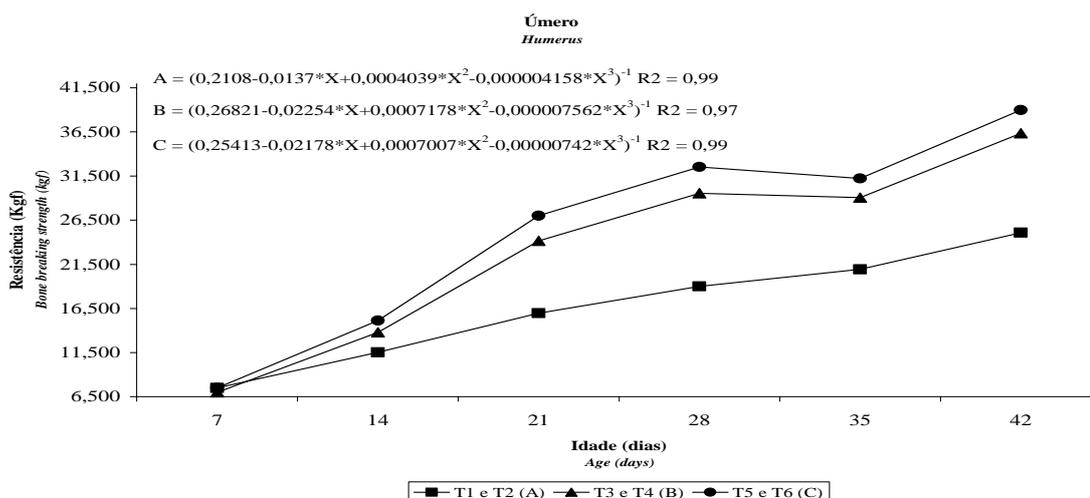


FIGURA 4 – Resistência do Úmero
FIGURE 4 - Bone Breaking Strength of Humerus

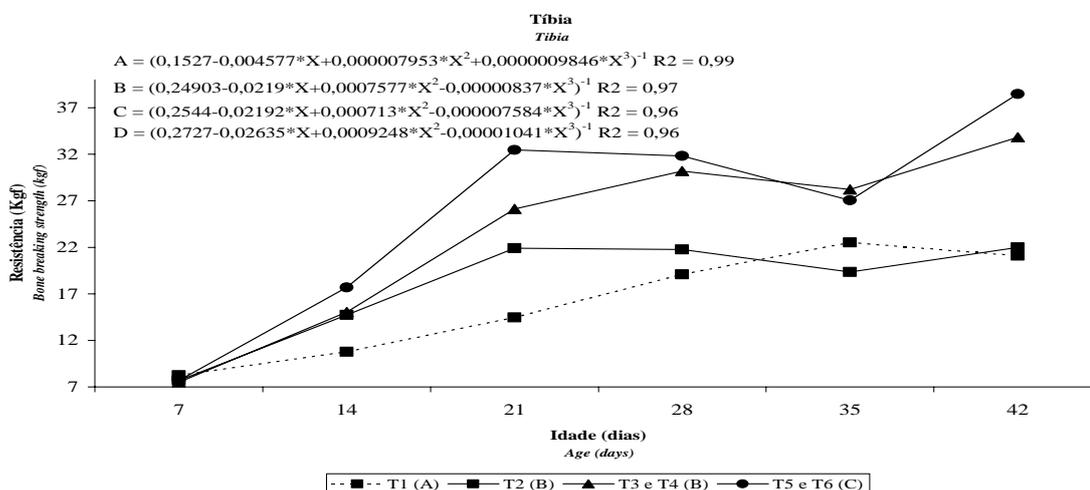


FIGURA 5 – Resistência da Tíbia
FIGURE 5 - Bone Breaking Strength of Tibia

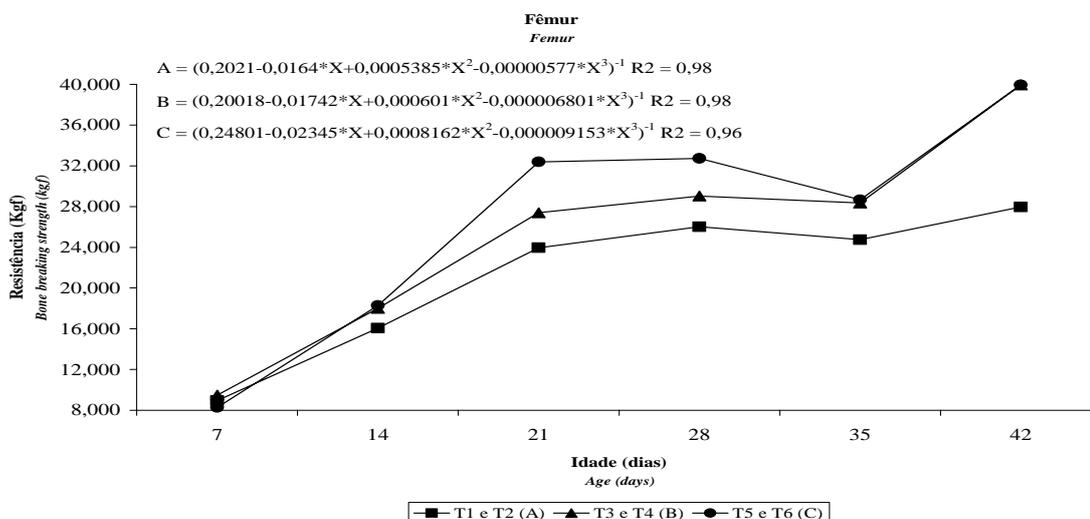


FIGURA 6 – Resistência do Fêmur
FIGURE 6 - Bone Breaking Strength of Femur

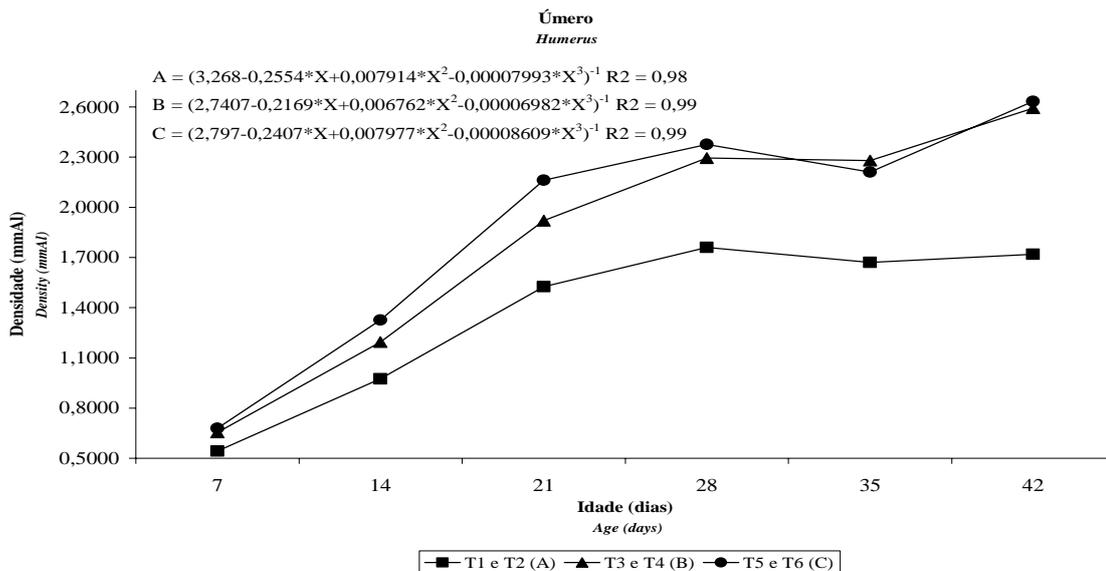


FIGURA 7 – Densidade do Úmero
 FIGURE 7 – Humerus Density

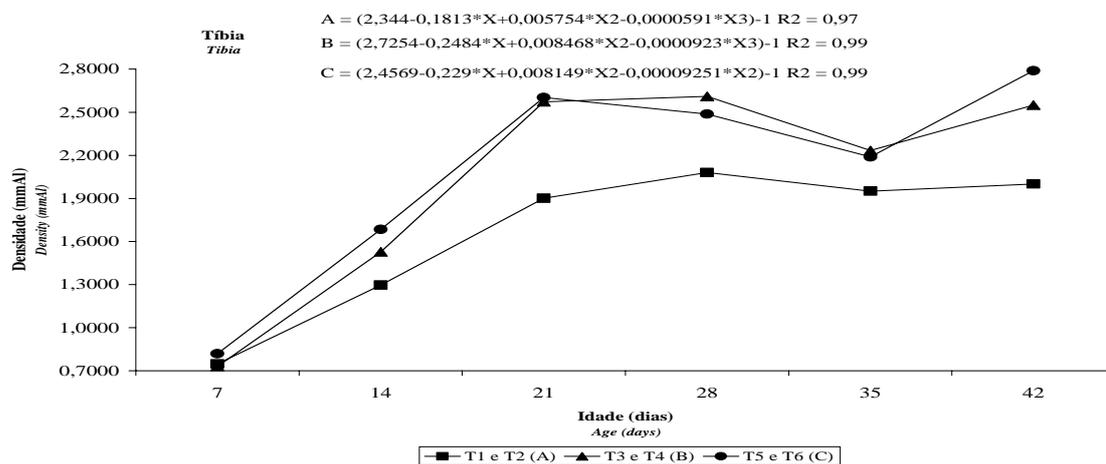


FIGURA 8 – Densidade da Tíbia
 FIGURE 8 – Tibia Density

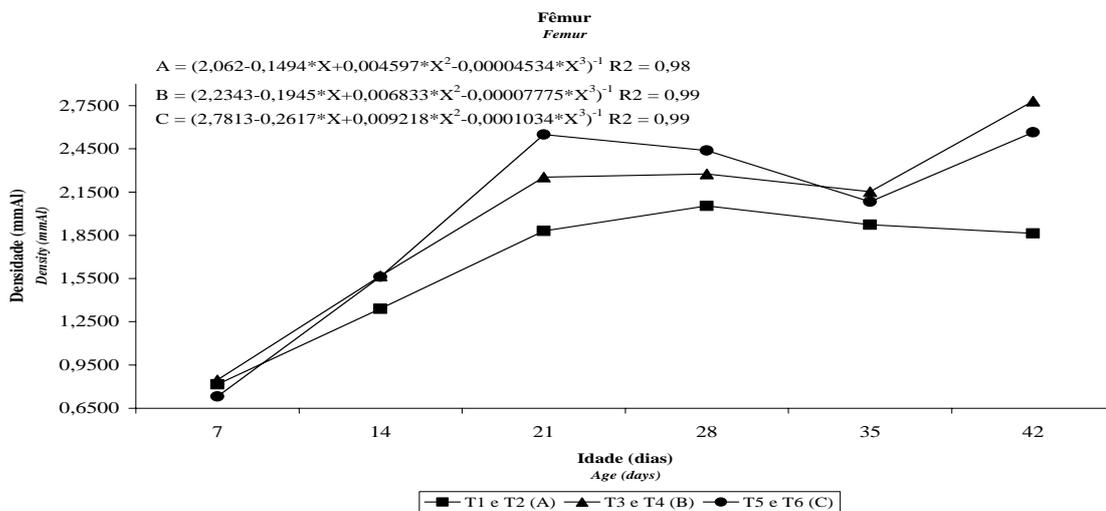


FIGURA 9 – Densidade do Fêmur
 FIGURE 9 – Femur Density

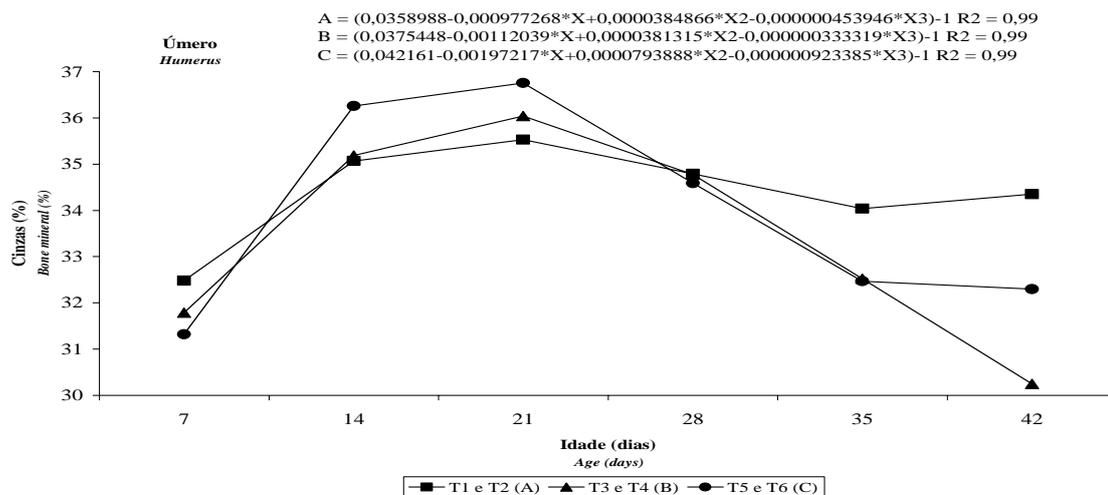


FIGURA 10 – Teor de Cinzas (Úmero)
 FIGURE 10 - Ashes (humerus)

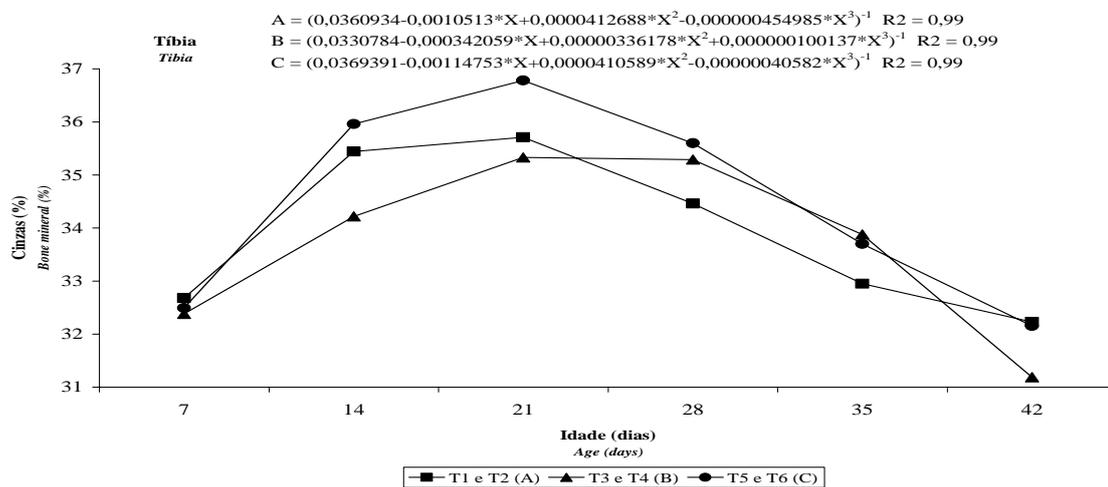


FIGURA 11 – Teor de Cinzas (Tíbia)
 FIGURE 11 - Ashes (tibia)

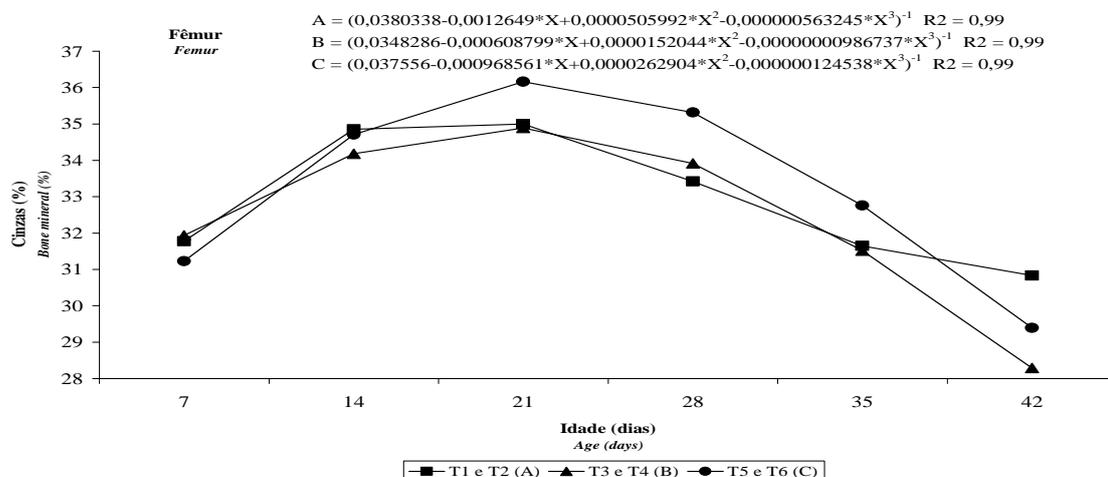


FIGURA 12 – Teor de Cinzas (Fêmur)
 FIGURE 12 - Ashes (femur)

V – CONCLUSÕES GERAIS

A maioria dos parâmetros físicos e químicos relacionados ao crescimento ósseo não foi afetada pelos diferentes grupos genéticos de frangos de corte quando criados nas duas densidades populacionais.

O padrão de crescimento dos ossos longos não foi influenciado pelos diferentes grupos genéticos e densidades de criação avaliadas.

Contudo, a expressão gênica que determina o padrão de desenvolvimento dos ossos longos nos frangos de corte é bem definida e não influenciável pelos diferentes grupos genéticos (a respeito das eventuais diferenças genéticas que existem entre as linhagens comerciais existentes) e da densidade de criação utilizada. Deste modo, podemos utilizar a alta densidade (16 aves/m²) com intuito de aumentar a produtividade e a lucratividade sem afetar o desenvolvimento físico e químico dos ossos longos e, deste modo, prejudicar o desempenho zootécnico das aves.