

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**SUPLEMENTAÇÃO COM VITAMINA D (25-OHD₃) E SUA
INFLUÊNCIA NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE ÓSSEA DE
FRANGOS DE CORTE**

GRACE ALESSANDRA DE ARAUJO BALDO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós -
Graduação em Zootecnia da Faculdade de
Medicina Veterinária e Zootecnia da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu. Área
de concentração em Nutrição e Produção
Animal, como parte das exigências para
obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Botucatu - SP
Janeiro - 2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**SUPLEMENTAÇÃO COM VITAMINA D (25-OHD₃) E SUA
INFLUÊNCIA NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE ÓSSEA DE
FRANGOS DE CORTE**

GRACE ALESSANDRA DE ARAUJO BALDO

Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Edivaldo Antônio Garcia

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Ibiara Correia de
Lima Almeida Paz

Dissertação apresentada ao Programa de Pós -
Graduação em Zootecnia da Faculdade de
Medicina Veterinária e Zootecnia da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu. Área
de concentração em Nutrição e Produção
Animal, como parte das exigências para
obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Botucatu - SP

Janeiro - 2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÊC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Baldo, Grace Alessandra de Araujo.

Suplementação com vitamina D (25-OHD₃) e sua influência na produtividade e qualidade óssea de frangos de corte / Grace Alessandra de Araujo Baldo. - Botucatu, 2015

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: Edivaldo Antônio Garcia

Coorientador: Ibiara Correia de Lima Almeida Paz

Capes: 50405004

1. Ave doméstica - Alimentação e rações. 2. Frango de corte. 3. Ossos - Doenças. 4. Vitamina D. 5. Suplementos dietéticos.

Palavras-chave: desempenho; *gait score* ; resistência óssea; síndrome do osso negro; índice Seedor.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Grace Alessandra de Araujo Baldo, nasceu em 15 de abril de 1990 na cidade de Rancharia – SP e é filha de Carlos Eduardo Baldo e Maria das Graças de Araujo.

Em agosto de 2008 iniciou o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS. Foi bolsista de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq de agosto de 2009 à agosto de 2012. O título de Bacharel em Zootecnia foi obtido em novembro de 2012.

Ingressou, em fevereiro de 2013, no curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP / Câmpus de Botucatu - SP, sendo bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq desde março de 2013. A defesa de mestrado tem data prevista para 16 de janeiro de 2015.

*“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.”*

William Shakespeare

OFEREÇO

À Deus por minha saúde, familiares, amigos e, acima de tudo, pela oportunidade de viver.

DEDICO

À minha querida mãe Maria das Graças de Araujo pelo esforço, colo, carinho, amor incondicional, atenção, otimismo, ajuda financeira e tudo, exatamente tudo, que me foi necessário para conclusão desta etapa. Exemplo de mulher, educação, força, garra, coragem e superação.

Ao meu pai Carlos Eduardo Baldo pelo amor e ajuda financeira.

Aos meus avós Luiz Antonio de Araujo, Sarah Prado Martins de Araujo e Alzira Gervazoni Baldo pelo apoio e disponibilidade.

À minha irmã Naiara de Araujo Oliveira pela amizade, amor e atenção e ao meu irmão Caio Eduardo de Araujo Baldo pelo apoio.

Ao meu namorado Marcos Rene Zambolin, essencial nesta etapa da minha vida, por incentivar meus estudos, colocando-os como prioridade em nossas vidas. Homem trabalhador, companheiro, atencioso e sempre muito presente.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. Edivaldo Antônio Garcia pela oportunidade, paciência, amizade, atenção, aprendizado e pela orientação durante o curso de Mestrado.

À Prof^a. Dr^a. Ibiara Correia de Lima Almeida Paz pela co-orientação, companhia, ensinamentos a mim direcionados e pelos anos de amizade.

Eu certamente posso dizer que tenho um segundo pai e uma segunda mãe, com que posso contar pessoal e profissionalmente.

Meus sinceros agradecimentos!

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMVZ da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Câmpus de Botucatu pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa de estudos durante o Mestrado e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão do auxílio à pesquisa (Processo nº 2013/16554-5).

À FMVZ/UNESP pela disponibilidade da infraestrutura necessária para condução do projeto de pesquisa.

À DSM[®] pela doação do metabólito da vitamina D utilizado nas rações.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da FMVZ/UNESP que muito contribuíram para meu aprendizado.

Aos professores Dr. Heraldo Cesar Gonçalves, Dr. Alcides de Amorim Ramos e Dr. Leonardo de Oliveira Seno (FCA/UFGD – Dourados, MS) pela ajuda na análise estatística.

Às funcionárias da Seção de Pós-Graduação em Zootecnia da FMVZ/UNESP Seila Cristina Cassinelli Vieira e Ellen Casseiro Guilhen pela colaboração.

Aos funcionários do setor experimental de avicultura Antonio Carlos Godoi, Gilson de Campos, Paulo Ignácio Primo e Walter Jorge Júnior pelo trabalho, esforço e cuidado para realização da parte prática do experimento.

Aos funcionários da Supervisão das Fazendas de Ensino, Pesquisa e Extensão Luis Carlos Fioravante, Paulo Sergio Luiz, Edvaldo José Vito e Danilo Juarez Teodoro Dias pela disponibilidade.

Aos funcionários da fábrica de ração Paulo Sérgio dos Santos, Moisés dos Santos e José Alexandre Ferreira Dessibio pela disponibilidade e competência na fabricação das rações experimentais.

Aos secretários do Departamento de Produção Animal (DPA) Renato Agostinho Arruda e Antonio Claudio Morales Júnior pela disponibilidade e à funcionária da limpeza Débora Queiroz de Arruda pela companhia.

Aos colegas Luan Sousa Santos, Andréa de Britto Molino, Marília Carvalho Figueiredo Alves, Javer Alves Vieira Filho, Gabriela Mello Miassi, Uriel Arcangelo Generoso, Bárbara Schweizer Mendonça, Márcia Pereira da Silva e Letícia Lie Kiyonaga pela grande colaboração.

À minha vizinha Francieli Beluzi dos Santos pela amizade, cuidado, carinho, apoio e companheirismo.

Aos meus primos Andressa Baldo Murici, Giovanna Oberti, Ana Clara de Araujo, Bruno Cesar Souza, Gabriel Monteiro de Barros Araujo e Alessandra Oberti pela amizade e companheirismo.

Ao meu sogro Marcos Luiz Zambolin e minha sogra Nair Tintori Zambolin pelo apoio.

À todos que de alguma forma participaram do cumprimento de mais uma etapa importante da minha vida.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	1
CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	2
Introdução	3
Revisão de Literatura	4
Índices Produtivos de Frangos de Corte.....	4
<i>Gait Score</i>	6
Tecido Ósseo	7
Qualidade Óssea	8
Síndrome do Osso Negro	9
Vitaminas	10
Vitamina D e Metabólitos	11
Exigências Nutricionais de Vitamina D para Frangos de Corte.....	13
Proposta do Estudo	15
Referências.....	15
CAPÍTULO 2. ÍNDICES PRODUTIVOS E <i>GAIT SCORE</i> DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM VITAMINA D (25-OHD₃)	26
Resumo	27
Abstract	28
Introdução	29
Material e Métodos	30
Aves e Delineamento Experimental	31
Instalações e Manejo	31
Características Avaliadas	33
Análise Estatística	34
Resultados e Discussão	34
Desempenho no Período de 1 a 21 dias de criação	34

Desempenho no Período de 1 a 35 dias de criação	36
Desempenho no Período de 1 a 42 dias de criação	38
<i>Gait Score</i>	40
Rendimento de Carcaça e Partes	41
Conclusão	43
Referências	43

CAPÍTULO 3. QUALIDADE ÓSSEA DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM VITAMINA D (25-OHD₃)

Resumo	50
Abstract	51
Introdução	52
Material e Métodos	53
Aves, Delineamento Experimental e Arraçoamento	53
Amostragem	54
Características Avaliadas	54
Correlação	57
Análise Estatística	57
Resultados e Discussão	57
Qualidade Óssea	57
Síndrome do Osso Negro	60
Correlação	61
Conclusão	62
Referências	62

CAPÍTULO 4. IMPLICAÇÕES

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO 3. QUALIDADE ÓSSEA DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM VITAMINA D (25-OHD₃)	49
--	----

Figura 1 Avaliação macroscópica do escurecimento da carne (síndrome do osso negro). Em A: aceitável (região próxima ao osso sem escurecimento). Em B: intermediário (região próxima ao osso pouco escurecida). Em C: inaceitável (região próxima ao osso com escurecimento muito acentuado).....	56
---	----

ÍNDICE DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 2. ÍNDICES PRODUTIVOS E <i>GAIT SCORE</i> DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM VITAMINA D (25-OHD₃)	26
---	----

Tabela 1 Composição centesimal e nutricional calculada das rações experimentais de frangos de corte nas fases inicial (1-21 dias de criação), crescimento (22-35 dias de criação) e final (36-42 dias de criação).....	32
Tabela 2 Desempenho de frangos de corte machos e fêmeas, das linhagens Cobb [®] 500 e Ross [®] 308, suplementados ou não com vitamina D (25-OHD ₃), no período de 1-21 dias de criação	35
Tabela 3 Desempenho de frangos de corte machos e fêmeas, das linhagens Cobb [®] 500 e Ross [®] 308, suplementados ou não com vitamina D (25-OHD ₃), no período de 1-35 dias de criação	37
Tabela 4 Desempenho de frangos de corte machos e fêmeas, das linhagens Cobb [®] 500 e Ross [®] 308, suplementados ou não com vitamina D (25-OHD ₃), no período de 1-42 dias de criação	39
Tabela 5 Frequência de <i>gait score</i> em frangos de corte machos e fêmeas, das linhagens Cobb [®] 500 e Ross [®] 308, suplementados ou não com vitamina D (25-OHD ₃)	40
Tabela 6 Rendimento de carcaça, peito, dorso, asas e pernas, expressos em porcentagem de frangos de cortes machos e fêmeas, das linhagens Cobb [®] 500 e Ross [®] 308, suplementados ou não com vitamina D (25-OHD ₃).....	42

CAPÍTULO 3. QUALIDADE ÓSSEA DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM VITAMINA D (25-OHD₃)	49
--	----

Tabela 1 Médias das características índice Seedor, resistência óssea, porcentagem de cinzas e teores de minerais (cálcio, fósforo e magnésio) da tíbia de	
--	--

frangos de corte machos e fêmeas, das linhagens Cobb [®] 500 e Ross [®] 308, suplementados ou não com vitamina D (25-OHD ₃).....	58
Tabela 2 Desdobramento da interação entre linhagem e suplementação para a porcentagem de cinzas.....	59
Tabela 3 Frequência (%) de síndrome do osso negro em carnes de coxas de frangos de corte machos e fêmeas, da linhagem Cobb [®] 500 e Ross [®] 308, suplementados ou não com vitamina D (25-OHD ₃).....	60
Tabela 4 Frequência de síndrome do osso negro em coxas refrigeradas ou congeladas	61
Tabela 5 Correlações entre as características peso vivo, da carcaça e da perna e <i>gait score</i> , índice Seedor, resistência óssea, síndrome do osso negro, porcentagem de cinzas e teores de minerais (Ca, P e Mg) de frangos de corte	61

SUPLEMENTAÇÃO COM VITAMINA D (25-OHD₃) E SUA INFLUÊNCIA NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE ÓSSEA DE FRANGOS DE CORTE

RESUMO

O estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a influência da suplementação com vitamina D nos índices produtivos e na qualidade óssea de frangos de corte, além de correlacionar as características avaliadas e verificar a influência do armazenamento na síndrome do osso negro (SON). Para isto, foram utilizados 2.400 frangos de corte distribuídos em delineamento em blocos casualizados alocados em esquema fatorial 2x2x2 (machos e fêmeas, linhagens Cobb[®] 500 e Ross[®] 308, suplementados ou não com 69 mg de 25-OHD₃ / t de ração), totalizando oito tratamentos com seis repetições de 50 aves cada. Avaliou-se o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) das aves. O *gait score* (GS) foi avaliado aos 41 dias de criação em 100% das aves. Aos 43 dias de criação, 96 aves foram abatidas e pesaram-se suas carcaças e partes para cálculo do rendimento. Para avaliar as características ósseas foram abatidas 182 aves e suas coxas armazenadas em temperatura de 4°C ou -10°C. Posteriormente, as tíbias direitas foram avaliadas quanto ao índice Seedor (IS), resistência óssea (RO), porcentagem de cinzas (PC) e teores de minerais (Ca, P e Mg). As coxas esquerdas foram avaliadas quanto à SON. Correlacionaram-se as características avaliadas. No período de 1-21 dias os machos apresentaram maior CR e houve interação linhagem e suplementação; para o GP houve interação linhagem e sexo e linhagem e suplementação; a CA foi melhor para a linhagem Ross. No período de 1-35 dias houve interação entre linhagem e sexo e linhagem e suplementação para o CR; o GP foi maior para os machos e para a linhagem Ross; a CA foi melhor para os machos. No período de 1-42 dias houve interação entre sexo e linhagem para o CR e para o GP; a CA foi melhor para os machos; houve interação entre linhagem e suplementação para VB. Houve diferença na frequência de GS e no rendimento de pernas para o sexo e linhagem. O rendimento de peito foi influenciado pela linhagem e houve interação entre sexo e suplementação. Os machos apresentaram maior IS e RO. A linhagem Ross apresentou maior IS e houve interação entre linhagem e suplementação para a PC. Houve baixa correlação entre as características ósseas. Conclui-se que a vitamina D não influenciou os índices produtivos, o *gait score* e a qualidade óssea. O GS não foi correlacionado às características ósseas. O armazenamento influenciou a frequência de SON, sendo necessárias soluções já que o congelamento é o método de conservação de alimentos mais utilizado.

Palavras-Chave: desempenho, *gait score*, índice Seedor, resistência óssea, síndrome do osso negro

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

INTRODUÇÃO

A avicultura de corte brasileira destaca-se no mercado internacional ocupando desde 2004 o terceiro lugar na produção e a liderança na exportação mundial de carne de frango. Em 2013 a produção de carne de frango no Brasil foi de 12 milhões de toneladas, apenas 9,68% menor que a China, segundo colocado no *ranking* mundial. O volume destinado ao mercado externo corresponde à aproximadamente 31% da produção brasileira, abastecendo mais de 160 países (UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA, 2014).

O grande crescimento da avicultura industrial veio acompanhado de maiores exigências do mercado consumidor, no que tange aos padrões de qualidade e segurança do alimento, associados à preservação ambiental e bem-estar animal (NÄÄS, 2008). Assim, o bem-estar animal têm se tornado *marketing* para a conquista de consumidores pelas indústrias de alimentos, fazendo-se necessário o uso de métodos que estimem o conforto de frangos de corte (MENDES et al. 2012). A indústria avícola tem lançado mão do *gait score*, que consiste na avaliação subjetiva da forma de caminhar das aves e estima o bem-estar por meio da claudicação (KESTIN et al., 1992; ALMEIDA PAZ et al., 2010; FERNANDES et al., 2012).

A claudicação, bem como os distúrbios ósseos e locomotores, parece estar relacionada ao desenvolvimento de linhagens de frangos de corte de crescimento rápido que possibilitaram aumento no peso final e redução no tempo de abate das aves, suprimindo a demanda de produção e aumentando a rentabilidade dos avicultores. Distúrbios ósseos e locomotores raramente são observados em linhagens criadas em sistema semi-intensivo (KESTIN et al., 1992) e são problema devido ao aumento na mortalidade das aves, condenação de carcaça no abatedouro e alterações na qualidade da carne.

Dentre os distúrbios ósseos que acometem frangos de corte de linhagens atuais, está a síndrome do osso negro, conhecida mundialmente como *black bone syndrome*. Esta síndrome afeta aproximadamente 30% das coxas e sobrecoxas (DUTCH STATE MINES, 2008) e é caracterizada pelo escurecimento da carne adjacente ao osso devido ao extravasamento de sangue da medula óssea. A síndrome do osso negro é agravada pelo congelamento, devido à formação de cristais de gelo que rompem as células da medula óssea e pelo cozimento, que causa pressão na medula óssea, ambos levam a maior extravasamento de sangue para a carne.

Acredita-se que a ocorrência de síndrome do osso está relacionada à qualidade do osso, que pode ser avaliada por características como composição mineral óssea, índice Seedor, resistência do osso à quebra e porcentagem de cinzas. Estas características de qualidade óssea podem ser influenciadas pelo sexo, linhagem e por nutrientes como a vitamina D.

A suplementação com vitamina D tem sido alvo de muitas pesquisas nos últimos anos, devido a sua importante função na mineralização óssea (JONES e TWOMEY, 2008) e inúmeras contribuições no organismo. A forma prontamente assimilável da vitamina D₃ é 1,25-OHD₃, no entanto, as aves jovens possuem dificuldade em realizar esta conversão (MACARI et al., 2008). Assim, com intuito de fornecer a vitamina D₃ mais ativa estão disponíveis no mercado alguns metabólitos, entre eles 25-OHD₃ (25-hidroxicolecalciferol).

Pesquisas sugerem que suplementar com fontes de vitamina D (25-OHD₃) pode melhorar o desempenho (YARGER et al., 1995; FRITTS e WALDROUP, 2005), enquanto outros estudos indicaram que esta característica não foi influenciada pela suplementação (KORVER, 2005; CHOU et al., 2009). A suplementação com vitamina D (25-OHD₃) pode também influenciar positivamente o rendimento de carcaça (KORVER, 2005; BRITO et al., 2010), o rendimento de peito (YARGER et al., 1995) e a qualidade óssea de frangos de corte (SAUNDERS-BLADES e KORVER, 2006; RAMA RAO et al., 2006). No entanto, Collet (2013) não observou melhora do *gait score* com a suplementação desta vitamina.

Os resultados com vitamina D e seus metabólitos encontrados na literatura são contraditórios, o que torna importante a realização de novos estudos para verificar a influência desta vitamina nos índices produtivos e *gait score*. Além disto, é de grande importância a busca por alternativas que melhorem a qualidade óssea de frangos de corte.

REVISÃO DE LITERATURA

Índices Produtivos de Frangos de Corte

O desempenho produtivo das aves é avaliado por meio dos índices zootécnicos, sendo eles consumo de ração das aves, ganho de peso semanal ou diário, conversão alimentar, peso vivo médio semanal, taxa de mortalidade (FURTADO et al., 2006) e rendimento de carcaça e de cortes (ARRUDA, 2013).

Atualmente todas as linhagens comerciais existentes são selecionadas geneticamente para terem elevados índices produtivos, mas sabe-se que cada uma responde de uma maneira as situações de manejo, nutrição, instalações e desafios sanitários. Isto ocorre, pois o resultado final da linhagem depende das características as quais foi dado ênfase no período de seleção, de maneira que os resultados podem variar dentro de uma mesma linhagem dependendo de vários fatores como idade ao abate, peso ao abate, entre outros (ARRUDA, 2013).

Recentemente Martins et al. (2014) avaliaram o consumo de ração (kg), peso vivo (kg), conversão alimentar (kg/kg) e viabilidade (%) de três linhagens (A, B e C) de frangos de corte de crescimento rápido aos sete, 21 e 35 dias de criação. Estes autores notaram que houve diferença

entre as linhagens apenas na primeira semana e somente para o consumo de ração e peso vivo, ambos com menor valor para a linhagem A.

Utilizando frangos de corte machos das linhagens Ross[®] 808, Ross[®] 508 e Cobb[®] 500 Arruda (2013) avaliou o desempenho em quatro fases (1-7, 7-14, 14-21 e 21-28 dias de criação). Este autor observou que a linhagem Cobb[®] 500 apresentou maior peso corporal que as demais em todas as fases e também foi superior às demais para o ganho de peso no período de 1-7 e 7-14 dias de criação. Para o ganho de peso de 21-28 dias de criação as linhagens Cobb[®] 500 e Ross[®] 808 foram iguais e superiores à Ross[®] 508. A linhagem Cobb[®] 500 foi novamente superior as demais para a característica consumo de ração no período de 7-14 dias de criação. Não observaram-se diferença entre as linhagens para a conversão alimentar e para o rendimento de carcaça.

Diferenças entre linhagens também foram observadas por Olmos (2008) ao avaliar o peso vivo, consumo de ração, conversão alimentar, rendimentos (carcaça, peito, pernas e asas) e gordura abdominal de fêmeas das linhagens Cobb[®] 500 e Ross[®] 308. No período de 1-37 dias de criação houve diferença entre as linhagens para o consumo de ração e conversão alimentar que foram menor e pior, respectivamente, para Cobb[®] 500. As aves desta linhagem apresentaram ainda maior rendimento de pernas.

Embora as linhagens passem por constantes mudanças genéticas é interessante observar os resultados obtidos em pesquisas anteriores, notando que algumas características produtivas são alteradas enquanto outras não. Em sua pesquisa Moreira et al. (2004) avaliaram três linhagens (Ross[®] 308, Cobb[®] 500 e Hybro[®] PG) quanto ao desempenho e notaram que a Cobb[®] 500 foi inferior às demais tanto para o consumo de ração como para o ganho de peso, no entanto, não encontraram diferença entre as linhagens para a conversão alimentar e mortalidade.

Outro fator relacionado às diferenças nos índices produtivos de frangos de corte é o sexo, pois assim como ocorre entre as linhagens, machos e fêmeas apresentam curvas de crescimento diferentes (MARCATO et al., 2010).

Desta forma, Carvalho et al. (2009) notaram superioridade dos machos em relação as fêmeas para o consumo de ração e ganho de peso no período de 1 à 42 dias de criação em frangos de corte da linhagem Cobb[®] 500. Para as características conversão alimentar, rendimento de carcaça, rendimento de peito e gordura abdominal estes autores não encontraram diferença entre os sexos. Em estudos anteriores Moreira et al. (2004) compararam o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e mortalidade entre machos e fêmeas e observaram superioridade dos machos, com exceção da mortalidade que não diferiu entre os sexos.

Em estudos realizados por Martins et al. (2014) com três linhagens (A, B e C) de frangos de corte de crescimento rápido aos 35 dias de criação os machos também apresentaram superioridade em relação às fêmeas para o consumo de ração, peso vivo e conversão alimentar.

Gait Score

O *gait score* se tornou a ferramenta mais utilizada pela indústria avícola para estimar o bem-estar por meio da avaliação visual da claudicação em lotes de frangos de corte. Este método avalia como a ave caminha em trajeto de um metro linear e atribui-se uma nota proporcional à desenvoltura do animal (KESTIN et al., 1992; ALMEIDA PAZ et al., 2010; FERNANDES et al., 2012). Por ser individual, é de difícil comparação entre observadores e requer cuidado especial principalmente nas medidas intermediárias, uma vez que, tanto o frango normal, como aquele que não consegue andar (extremos) são de fácil detecção (NÄÄS, 2008; ALMEIDA PAZ et al., 2010).

Inicialmente, o *gait score* foi descrito por Kestin et al. (1992), que atribuiu à desenvoltura das aves notas que variaram entre 0 e 5, sendo 0 - ave que caminhou normalmente; 1 - ave que apresentou pequena deficiência ao andar, 2 - houve debilidade ao caminhar, 3 - ave se movimentou com sérias dificuldades, 4 - ave mal se moveu e quando conseguiu se locomover utilizou-se das asas para auxiliar e 5 - ave não caminhou. No entanto, outros autores (ALMEIDA PAZ 2008; NÄÄS et al. 2008; BERNARDI, 2011) adaptaram esta metodologia e atribuíram notas entre 0 e 2 para a desenvoltura das aves, sendo 0 - ave que caminhou normalmente e deu mais de dez passos ininterruptos, 1 - ave que apresentou dificuldade ao caminhar e deu entre seis a dez passos ininterruptos e 2 - ave que caminhou com muita dificuldade e deu menos de seis passos ininterruptos ou não caminhou.

O *gait score* vêm sendo aplicado pelo mercado externo em países produtores e a frequência de aves caminhando normalmente (*gait score* 0) deve ser de no mínimo 70% para que a exportação não seja comprometida em barreiras não tarifárias que preconizam animais sadios e em bem-estar (FERNANDES et al., 2012).

A vantagem da utilização desta metodologia é que ela permite a avaliação não-invasiva de um grande número de aves em um curto espaço de tempo (MENDES et al., 2012). No entanto, ao se utilizar esta metodologia, deve-se considerar que o medo ou a novidade podem levar o frango a ignorar a sensação de dor e andar ou correr normalmente. Nestas condições as aves podem se esforçar demasiadamente para executar a tarefa e andar a uma distância maior do que andaria se não houvesse o estímulo (WEBSTER et al., 2008).

Alguns fatores podem influenciar o *gait score*, entre eles linhagens, gêneros e idade das aves. Um dos primeiros estudos (KESTIN et al., 1992) avaliando o *gait score* de frangos de corte mostrou que as linhagens comerciais apresentaram pior *gait score* que as caipiras. Em pesquisa recente Alves (2013) também verificou pior *gait score* para as aves de linhagens comerciais em comparação as caipiras e maior frequência de fêmeas caminhando normalmente em comparação aos machos. Para este autor, a explicação pode estar relacionada à diferença no ganho de peso entre machos e fêmeas, o que para Brickett et al. (2007) causa maior comprometimento da forma de caminhar dos machos. Outro fator que pode interferir na capacidade de andar do frango de corte é a idade, quanto mais velho, maior comprometimento do sistema locomotor (VENÄLÄINEN et al., 2006; BRICKETT et al., 2007).

Tecido Ósseo

O osso é o segundo tecido a ter desenvolvimento priorizado pelo organismo, atrás somente do sistema nervoso e à frente dos tecidos muscular e adiposo, mostrando a importância do correto e adequado desenvolvimento do mesmo (SOUZA, 2012). Está intimamente relacionado ao crescimento do animal e passa por adaptações constantes em sua constituição, ficando hipertrofiado quando é mais exigido ou atrofiado quando em desuso (BARBOSA et al., 2010).

A formação do tecido ósseo ocorre por ossificação endocondral ou intramembranosa. Na ossificação endocondral a cartilagem serve como molde para a formação do tecido ósseo e é responsável pela formação e crescimento de ossos curtos e longos (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2004). Já na ossificação intramembranosa os ossos se desenvolvem dentro de uma folha fibrosa de tecido conectivo, semelhante à derme da pele e produz ossos planos (CARIA, 2014).

Nos processos de formação, reabsorção, manutenção e remodelação óssea, participam quatro tipos celulares distintos, são eles: osteoblastos, células de revestimento ósseo, osteócitos e osteoclastos. Estão relacionados à formação e manutenção do osso os osteoblastos, células de revestimento e osteócitos; e relacionados à reabsorção e remodelação óssea, os osteoclastos (ANDIA et al., 2006).

Os ossos podem ser divididos em ossos longos (ossos dos membros superiores e inferiores), chatos (escápula e osso do quadril), irregulares (vértebras, mandíbula e osso temporal) e curtos (carpo e tarso) (CARIA, 2014). São classificados em osso cortical ou compacto o que corresponde à 80% do esqueleto, forma a superfície externa de todos os ossos e é responsável pelas funções de sustentação e proteção desempenhadas pelo esqueleto (NORDIN e FRANKEL, 2001); e osso esponjoso ou trabecular, que corresponde aos 20% restantes da

massa óssea, é encontrado na região interna dos ossos e possui uma estrutura muito complexa, de alta porosidade (30% a 90%) (VAN RIETBERGEN e HUISKES, 2001).

Nos ossos longos as epífises são formadas por osso trabecular e a diáfise (parte cilíndrica) é formada praticamente de osso compacto, possuindo apenas na sua região mais interna uma pequena quantidade de osso trabecular, delimitando o canal medular (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2004).

Externamente, os ossos são recobertos pelo perióstio, uma membrana fibrosa, elástica e esbranquiçada. O perióstio é altamente innervado e vascularizado, com duas camadas, uma externa de tecido conectivo fibroso e outra interna com vasos sanguíneos, nervos e células osteoprogenitoras. Ele serve de ancoragem para tendões e ligamentos e só não é encontrado nas superfícies articulares dos ossos. Internamente os ossos são revestidos pelo endóstio, tecido conectivo presente no canal medular e nos espaços intertrabeculares (CARIA, 2014).

A rigidez do tecido ósseo é resultante da deposição de cálcio e fósforo, na forma de hidroxiapatita durante o processo de mineralização óssea (BRUNO, 2007). Cerca de 70% da composição óssea é cálcio e fósforo, os 30% restantes são compostos de matéria orgânica, principalmente colágeno (CARIA, 2014). Durante a absorção, o metabolismo e a excreção, o cálcio e o fósforo interagem-se, o que faz com que haja uma relação em torno de 2:1, havendo pouca variação nestes valores (MOREKI, 2005). A absorção de cálcio e fósforo ocorre no intestino delgado e sua absorção depende da relação entre ambos (elevados níveis de fósforo podem causar deficiência de cálcio), nível de disponibilidade na dieta, presença de outros minerais (ferro, alumínio, magnésio e manganês), vitamina D, entre outros fatores (PIZZOLANTE, 2006).

Devido à seleção genética para ganho de peso e diminuição do tempo para abate, a formação dos ossos dos frangos de corte modernos está acontecendo de maneira muito rápida, resultando em ossos insuficientemente mineralizados (WHITEHEAD, 2009). Segundo Korver (2010), as linhagens atuais de frangos de corte comparadas as linhagens do ano de 2000 apresentam conteúdo de Ca (mg de Ca/mg de osso), osso endosteal e periosteal, 31%, 5% e 15% respectivamente menor. Em consequência, tem-se observado maior incidência de distúrbios ósseos.

Qualidade óssea

Distúrbios ósseos estão relacionados à qualidade do osso que pode ser medida por meio da densitometria óssea (ALMEIDA PAZ et al., 2009), composição mineral óssea, índice Seedor,

resistência do osso à quebra e ainda, segundo Noebauer (2006), pode ser avaliada pelo teor de cinzas ósseas, cálcio e fósforo.

O índice Seedor é obtido pela divisão do peso do osso pelo seu comprimento, conforme fórmula proposta por Seedor (1995). Quanto maior o índice Seedor, mais denso é o osso.

A resistência do osso à quebra é mensurada por meio da reação dos mesmos quando submetidos à força (TALATY et al., 2009). A resistência à quebra do osso é afetada pela nutrição, design do osso, quantidade e qualidade de materiais orgânicos e inorgânicos, quantidade e tamanho de materiais minerais (BOSKEY et al., 1999). Segundo Oliveira et al. (2014) a resistência óssea não difere entre linhagens e é crescente com a idade da ave.

O índice Seedor e a resistência óssea tem relação com o peso dos frangos vivos, quanto mais pesado o animal, maiores os valores destes parâmetros, assim, os machos tendem a serem superiores às fêmeas (BRESNE, 2013). No entanto, a literatura é escassa quanto à comparação do índice Seedor entre linhagens.

A porcentagem de cinzas também é utilizada como parâmetro de qualidade, pois é um bom indicador de mineralização óssea (GOMIDE, 2010) e apresenta pouca variação entre sexo e linhagens (GOUS et al., 1999). Entretanto, (BRICKETT et al., 2007) em seu estudo verificou menor porcentagem de cinzas para os machos em comparação às fêmeas. Nem sempre esta característica está relacionada à resistência (HUYGHEBAERT e DEGROOTE, 1988) e outros atributos de qualidade óssea, mas sim à fatores como idade da ave (FIELD, 2000).

Quanto ao teor de cálcio, maior constituinte dos ossos, se mantém relativamente constante entre sexos e linhagens variando somente entre a localização anatômica dos ossos e espécies animais (FIELD, 2000). Parece que o mesmo ocorre para o fósforo e o magnésio, embora a literatura seja escassa quanto à variação do teor destes minerais no osso.

Síndrome do Osso Negro

A síndrome do osso negro, também conhecida como “black bone syndrome” ou “bone darkening”, é caracterizada pelo escurecimento da carne adjacente ao osso devido ao extravasamento de sangue da medula óssea para a carne (KORVER, 2010).

Esta síndrome ocorre em coxas e sobrecoxas de frangos de corte devido à abundância de sangue nestas regiões e pode ser observada na carne crua, antes mesmo do cozimento (WHITEHEAD, 2009). O extravasamento de sangue da medula óssea ocorre principalmente pela região proximal na tíbia e no fêmur quando o osso está frágil ou poroso e é agravado após o congelamento (-10°C) (KORVER, 2010).

O congelamento consiste na transformação do estado físico líquido da umidade e de outros componentes coloidais para o estado sólido, com remoção de energia do sistema e formação de cristais de gelo (MACKIE, 1993). Há formação de cristais de gelo em todas as temperaturas abaixo do ponto de congelamento e através deles há possibilidade de ruptura celular (NGAPO et al., 1999).

Assim, a síndrome do osso negro é agravada em coxas e sobrecoxas congeladas devido à formação de cristais de gelo que rompem as células da medula óssea. Segundo Lyon e Lyon (2002) coxas armazenadas em temperatura baixa apresentam maior escurecimento da carne adjacente ao osso. Para eliminar este fator deve-se desossar a carne antes do congelamento (KORVER, 2010).

O cozimento é outro fator que pode influenciar a síndrome do osso negro devido ao aumento do volume, e consequentemente da pressão no interior da medula durante o processo. Além disso, após o cozimento, o sangue da medula óssea extravasado para a carne, muda para uma coloração cinza, marrom ou até mesmo preta (WHITEHEAD, 2010; KORVER, 2010).

A ocorrência de síndrome do osso negro pode estar relacionada à idade, sexo, linhagem e dieta das aves (níveis de cálcio, fósforo e vitamina D). Aves mais velhas e machos parecem ter maior incidência desta síndrome (KORVER, 2010). Porém, a literatura é muito escassa quando o assunto é a síndrome do osso negro, dificultando o esclarecimento do assunto e a comparação entre resultados.

As peças acometidas pela síndrome do osso negro são menos aceitáveis pelo consumidor, pois segundo Fletcher (1999) a cor é uma característica que influencia tanto a escolha inicial do produto pelo consumidor como a aceitação no momento do consumo. Além disso, a qualidade da carne pode ser ainda mais comprometida devido ao fato de que a mioglobina e outras proteínas que contêm ferro podem reduzir a estabilidade oxidativa, aumentando agentes pró-oxidantes nos tecidos (KORVER, 2010).

Sendo assim, a síndrome do osso negro leva ao detrimento da qualidade do produto final. A longo prazo a solução pode estar na seleção genética dos reprodutores, dando atenção à estrutura óssea das aves. Soluções rápidas estão relacionadas à nutrição e os nutrientes mais óbvios a se considerar para melhora da SON são Ca, P e vitamina D, sendo o foco das pesquisas para os níveis e formas da vitamina D (WHITEHEAD, 2009; KORVER, 2010).

Vitaminas

As vitaminas são micronutrientes que participam de inúmeros processos metabólicos do organismo, sendo essenciais para ótima saúde e desempenho do animal (FELIX et al., 2009).

Sem as vitaminas as reações metabólicas no organismo do animal ocorreriam de forma tão lenta que não seriam efetivas (MAVROMICHALIS, 1999). Além disto, a deficiência de vitaminas, entre elas a A e D leva, entre outros distúrbios, às anormalidades esqueléticas (COOK, 2000).

Elas são classificadas em lipossolúveis e hidrossolúveis de acordo com as propriedades fisiológicas e físico-químicas. As lipossolúveis (A, D, E e K) são absorvidas no intestino delgado das aves juntamente com os lipídios da dieta, porém apresentam características absorptivas diferentes: a taxa de absorção das vitaminas A e K é de 80%, da vitamina D 50% e da vitamina E de 20 a 30% (MACARI et al., 1994). As hidrossolúveis (C e complexo B) participam do metabolismo intermediário na forma de coenzimas e não são armazenadas no organismo (NUNES, 1998).

Vitamina D e Metabólitos

Dentre as funções e expressivas contribuições da vitamina D para o organismo, está a participação na regulação e manutenção dos níveis plasmáticos de cálcio e fósforo, minimizando a perda renal e estimulando a reabsorção óssea, quando necessário (CHAMPE et al., 2006). Ou seja, a vitamina D é diretamente responsável pelo crescimento esquelético, que dá suporte às aves para obtenção do máximo desempenho produtivo (BRITO et al., 2010), bem como a mineralização e manutenção do tecido ósseo (ANDERSON e TOVERUD, 1994).

A vitamina D ocorre sob a forma ergocalciferol (vitamina D₂), sintetizado pelas plantas e colecalciferol (vitamina D₃), sintetizado pelos animais (BERTECHINI, 2006). Ambas formas são produzidas na epiderme - camada de Malpighi - através de reação de fotólise, na qual os raios ultravioleta B induzem a ruptura do núcleo B dos esteróides precursores (BAYNES, 2000). O ergocalciferol é resultante do ergosterol, álcool de origem vegetal e o colecalciferol é resultante do 7-deidrocolesterol (pró-vitamina D) formado na pele (MOREIRA et al., 2004).

No entanto, as formas D₂ e D₃ são biologicamente inativas e são convertidas *in vivo* por meio de duas hidroxilações sequenciais que ocorrem após absorção pela mucosa intestinal. Assim, estes princípios vitamínicos vão para a corrente sanguínea e são transportados ao fígado onde ocorre a hidroxilação no carbono 25 pela enzima 25-hidroxilase, quando o colecalciferol dá origem ao 25-hidróxicolecalciferol [25-(OH)D₃] e o ergosterol evolui para 25-hidróxiergocalciferol [25-(OH)D₂]. Esta primeira hidroxilação é inversamente proporcional à quantidade de pigmento da pele e diretamente proporcional à quantidade de exposição à luz solar (MOREIRA et al., 2004).

Os compostos originados a partir da hidroxilação no fígado tem pouca atividade biológica (BASTOS e SILVEIRA, 2003) e, portanto, necessitam passar por outra hidroxilação nos rins

pela enzima 1α -hidroxilase específica, resultando no calcitriol, metabólito mais potente da vitamina D. O resultado do produto 25-OHD₃ é o 1,25-dihidroxicolecalciferol [1,25-(OH)₂D₃] e do 25-(OH)D₂ é o 1,25-diidroxi-ergocalciferol [1,25-(OH)₂D₂] (SOUZA et al., 2013).

A vitamina D é produzida pelo organismo desde que haja luz suficiente. No caso de frangos de corte é necessário entre 11 a 45 minutos por dia ou deve ser obtida pela alimentação (PIZAURO JÚNIOR et al., 2002). Hoje, estão disponíveis no mercado alguns metabólitos formados a partir da vitamina D para uso na alimentação animal, sendo eles: D₃, 25-OHD₃, 1,25-(OH)₂D₃ e 1α (OH)D₃. O propósito destes produtos é disponibilizar a vitamina D mais ativa, de modo que ocorra diminuição nos gastos energéticos com a metabolização desta e o aumento da eficiência no organismo (GARCIA, 2012). As formas mais estudadas para frangos de corte são D₃ e 25-OHD₃ (ZHANG et al., 1997; FRITTS e WALDROUP, 2003; CHOU et al., 2009; BRITO et al., 2010; MESQUITA, 2012), mas a taxa de absorção da 25-OHD₃ é aproximadamente 20% maior que a D₃ (APPLEGATE e ANGEL, 2005).

O 25-hidroxicolecalciferol (25-OHD₃), é a forma predominante no plasma, sendo uma importante forma de armazenamento da vitamina D no organismo (SOUZA e VIEITES, 2014) com meia-vida de duas à três semanas aproximadamente, enquanto a meia-vida da 1,25-(OH)₂D₃ é de quatro a seis horas (CASTRO, 2011). Segundo Barral et al. (2007) a maior parte da produção deste metabólito é depositada no tecido adiposo, seu principal reservatório, com deposição rápida. Quanto ao cálcio plasmático, é cerca de três vezes mais potente (SOARES JÚNIOR et al., 1995).

Estudos realizados por Brito (2008) mostram que a 25-OHD₃ melhora o consumo de ração, ganho de peso e rendimento de carcaça, porém a viabilidade e o rendimento de peito e pernas não são influenciados. Este autor suplementou frangos de corte machos da linhagem Cobb[®] 700 com vitamina D₃ (0,050 mg de D₃ / kg de ração) e 25-OHD₃ (0,037 mg de 25-OHD₃ / kg de ração e 0,070 mg de 25-OHD₃ / kg de ração). Já Yarger et al. (1995) notou que o rendimento de peito foi maior em aves suplementadas com 69 mg de 25-OHD₃ / t de ração.

Recentemente Vietes et al. (2014) não encontraram diferença para o rendimento de carcaça, de peito e asas, em machos Cobb[®] suplementados com níveis (0,0; 0,005; 0,001; 0,015 0,0015; 0,0020 e 0,0025 mg) de 25-OHD₃ / kg de ração. A suplementação de frangos de corte da linhagem Cobb[®] 500 com vitamina D (0,0700 e 0,0875 mg / kg de ração) provenientes de duas formas (D₃ e 25-OHD₃) e combinação das duas formas (60% de vitamina D₃ e 40% de 25-OHD₃) não resultou em diferença no rendimento de carcaça em estudos realizados por Mesquita (2012).

Os poucos estudos encontrados na literatura avaliando o *gait score* de aves suplementadas com vitamina D (25-OHD₃) não mostram resultados eficientes da suplementação sobre esta característica. Recentemente, Collet (2013) suplementou frangos de corte com vitamina D₃ e combinação desta com 25-OHD₃ e não encontrou diferença para o *gait score*.

Quanto às características ósseas, como índice Seedor, resistência do osso á quebra, porcentagem de cinzas e teores de minerais (cálcio e fósforo), pesquisas (GARCIA et al. 2013) mostram que não há influência da suplementação com vitamina D (25-OHD₃). Para o índice Seedor, resistência óssea, porcentagem de cinzas e teores de cálcio e fósforo de fêmures, Bresne (2013) também não verificou influência da vitamina D utilizando a combinação das fontes D₃ [níveis que variaram entre 2.375 à 5.575 (0,059 mg à 0,139) / kg de ração] e 25-OHD₃ [níveis que variaram entre 1.400 UI à 2.800 UI (0,035 mg à 0,070 mg) / kg de ração] para frangos de corte machos da linhagem Cobb.

A vitamina D é muito importante para as aves e para Garcia (2012), a deficiência desta vitamina promove diminuição do teor de cinzas, cálcio, fósforo, queda na resistência óssea e aparecimento de problemas locomotores.

Um aumento das cinzas ósseas foi observado por Fritts e Waldroup (2003) ao suplementar frangos de corte com 25-OHD₃. No entanto, segundo Roberson et al. (2005) não há efetividade do 25-OHD₃ em aumentar as cinzas ósseas de tíbias quando os níveis de cálcio das rações estão adequados de acordo com a fase de criação em estudo.

Estudando quatro formas de vitamina D (D₃, 25-OHD₃, 1 α (OH)D₃ e 1,25-OH₂D₃) em rações a base de farelo de soja e milho (fornecendo 0,05 mg de vitamina D₃ / kg na fase inicial e 0,04 mg / kg na fase de crescimento) para frangos de corte machos, Garcia et al. (2012) não encontraram diferença entre as formas de vitamina D no índice Seedor, resistência óssea, cinzas, Ca e P de tíbias.

A suplementação com vitamina D (25-OHD₃) também pode influenciar a incidência de síndrome do osso negro. Após suplementar frangos de corte com 0,069 mg de 25-OHD₃ / kg de ração Whitehead (2009) notou redução da incidência desta síndrome.

Exigências Nutricionais de Vitamina D para Frangos de Corte

A maioria das vitaminas não é sintetizada em quantidades suficientes para atender a demanda fisiológica do organismo e são, portanto, colocadas na ração. Os suplementos vitamínicos correspondem entre 0,1 e 0,5% da fórmula da ração (1 a 3% do custo da ração) (TOLEDO et al., 2006), variando de acordo com a recomendação do fabricante.

Os níveis de vitaminas sugeridos por relatórios de pesquisa, tais como National Research Council (1994), Institut National de Recherche Agronomique (1999), Necesidades Nutricionales para Avicultura - Normas FEDNA (LÁZARO et al., 2008) e Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011) são referências importantes para a estimativa dos valores a serem empregados nas diferentes fases de criação (SOUZA e VIEITES, 2014), embora apresentem grande variação.

De acordo com Rostagno et al. (2011) as exigências nutricionais de vitamina D₃ são: 2.375 UI (0,059 mg) / kg de ração na fase pré-inicial (1-7 dias), 2.090 UI (0,052 mg) / kg de ração na fase inicial (8-21 dias), 1.900 UI (0,047 mg) / kg de ração na fase de crescimento I (22-33 dias), 1.425 UI (0,036 mg) / kg de ração na fase de crescimento II (34-42 dias) e 1.235 UI (0,031 mg) / kg de ração na fase final (43-49 dias). Já o NRC (1994) preconiza 200 UI (0,005 mg) de vitamina D₃ por kg de ração em todas as fases de criação.

No entanto, a determinação das exigências nutricionais de suplementação de vitamina D em rações de frangos de corte podem ser afetadas por diversos fatores, tais como variável estudada (desempenho, características ósseas, absorção e retenção de cálcio e fósforo), presença de luz UV, fonte de vitamina, linhagem e condições das instalações (BRITO, 2010).

Em estudos anteriores Edwards et al. (1994) determinaram as necessidades nutricionais de vitamina D para frangos de corte até os 16 dias de idade criados em ausência de luz. Para o crescimento máximo são necessários 275 UI (0,007 mg) / kg de ração; para maximizar cinzas ósseas 503 UI (0,012 mg) / kg de ração; para cálcio plasmático 552 UI (0,014 mg) / kg de ração e para a prevenção de raquitismo 904 UI (0,023 mg) / kg de ração. Ainda segundo estes autores, a luz UV representa aproximadamente 800 UI (0,020 mg) / kg de ração para reduzir a suplementação de colecalciferol para aves.

Contudo, os relatórios nutricionais apresentam apenas as exigências mínimas, as quais geralmente não são suficientes em condições de criações comerciais, havendo pouca correlação com os níveis empregados na prática (FÉLIX et al., 2009). Assim, as indústrias de suplementos normalmente trabalham com margens de segurança, principalmente para vitaminas lipossolúveis, em torno de 5 a 10 vezes acima das reais necessidades das aves (COELHO et al., 2001).

Segundo o Guia de Suplementação de Vitaminas para Animais Domésticos da Dutch State Mines - DSM (2011), a adição de 0,069 mg de 25-OHD₃ por kg de ração equivale à 3.000 – 5.000 UI de vitamina D₃. Estas recomendações fornecem níveis de vitamina na dieta que permitem ótima saúde e produtividade dos animais e normalmente excedem os níveis necessários para prevenir deficiência. Essas diretrizes são baseadas em pesquisas em universidades e indústrias, artigos publicados e experiência prática.

PROPOSTA DO ESTUDO

No Capítulo 1 é apresentada uma revisão de literatura sobre os assuntos abordados na pesquisa e o mesmo foi redigido seguindo as normas para elaboração de dissertações e teses do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – FMVZ/UNESP.

O Capítulo 2, intitulado “ÍNDICES PRODUTIVOS E *GAIT SCORE* DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM VITAMINA D (25-OHD₃)” foi elaborado seguindo as normas da Revista Brasileira de Ciência Avícola / *Brazilian Journal of Poultry Science* e objetivou avaliar os índices produtivos e o *gait score* de frangos de corte suplementados com vitamina D (25-OHD₃).

O Capítulo 3, intitulado “QUALIDADE ÓSSEA DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM VITAMINA D (25-OHD₃)” foi elaborado seguindo as da *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* e objetivou avaliar a qualidade óssea de frangos de corte suplementados ou não com vitamina D (25-OHD₃), bem como correlacionar as características avaliadas. Objetivou-se também avaliar a influência do armazenamento sobre a frequência de síndrome do osso.

No Capítulo 4 estão apresentadas as implicações, retratando as aplicações e inferências da pesquisa desenvolvida e foi elaborado seguindo as normas para elaboração de dissertações e teses do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – FMVZ/UNESP

REFERÊNCIAS

ALMEIDA PAZ, I. C. L. Problemas locomotores e técnicas de mensuração. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS; 2008; Santos. **Anais...** São Paulo, 2008. p. 57-68.

ALMEIDA PAZ, I. C. L.; MENDES, A. A.; BALOG, A.; KOMIYAMA, C. M.; TAKAHASHI, S. E.; ALMEIDA, I. C. L.; GARCIA, E. A.; VULCANO, L. C.; BALLARIN, A. W.; SILVA, M. C.; CARDOSO, K. F. G. Efeito do cálcio na qualidade óssea e de ovos de poedeiras. **Arch. Zootec.**, v. 58, n. 222, p. 173-83, 2009.

ALMEIDA PAZ, I. C. L.; GARCIA, R. G.; BERNARDI, R.; NÄÄS, I. A.; CALDARA, F. R.; FREITAS, L. W.; SENO, L. O.; FERREIRA, V. M. O. S.; PEREIRA, D. F.; CAVICHIOLO, F.

Selecting appropriate bedding to reduce locomotion problems in broilers. **Braz. J. Poult. Sci.**, v. 12, p. 189-195, 2010.

ALVES, M. C. F. **Condição de equilíbrio e problemas locomotores em frangos de corte**. 2013. 75 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2013.

ANDERSON, J. J. B.; TOVERUD, S. U. Diet and vitamin D: a review an emphasis on human function. **J. Nutr. Biochem.**, v. 5, n. 2, p. 58-65, 1994.

ANDIA, D. C.; CERRIB, P. S.; SPOLIDORIO, L. C. Tecido ósseo: aspectos morfológicos e histofisiológicos. **Rev. Odontol. UNESP**, v. 35, n. 2, p. 191-198, 2006.

APPLEGATE, T. J.; ANGEL, R. **Los metabolitos de la vitamina D son prometedores para uso en dietas avícolas**. 2005. Disponível em: <http://www.edifarm.com.ec/edifarm_quickvet/pdfs/articulos_tecnicos/METABOLITOS%20VITAMINA%20D.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2014.

ARRUDA, J. N. T. **Desempenho produtivo, rendimento de carcaça e bem-estar animal em frangos de corte de diferentes linhagens e densidades de alojamento**. 2013. 87 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2013.

BARBOSA, A. A.; MORAES, G. H. K.; TORRES, R. A.; REIS, D. T. C.; RODRIGUES, C. S.; MÜLLER, E. S. Avaliação da qualidade óssea mediante parâmetros morfométricos, bioquímicos e biomecânicos em frangos de corte. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 39, n. 4, p. 772-778, 2010.

BARRAL, D.; BARROS, A. C.; ARAÚJO, R. P. C. Vitamina D: uma abordagem molecular. **Pesqui. Bras. Odontopediatr. Clin. Integr.**, v. 7, p. 309-315, 2007.

BASTOS, M. D.; SILVEIRA, T. R. Níveis plasmáticos de vitamina D em crianças e dolescentes com colestase. **J. Pediatr.**, v. 79, n. 3, p. 245-252, 2003.

BAYNES, J.; DOMINICZAK, M. H. **Bioquímica médica**. São Paulo: Manole, 2000. 566 p.

BERNARDI, R. **Problemas locomotores em frangos de corte**. 2011. 62 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2011.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA, 2006. 301 p.

BOSKEY, A. L.; WRIGHT, T. M.; BLANK, R. D. Collagen and bone strength. **J. Bone Min. Res.**, v. 14, p. 330-335, 1999.

BRESNE, C. **Suplementação da vitamina D₃ (colecalfiferol) e 25-OHD₃ (25-hidroxi-colecalfiferol) e problemas locomotores e qualidade óssea em frangos de corte**. 2013. 93 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

BRICKETT, K. E.; DAHIYA, J. P.; CLASSEN, H. L.; ANNETT, C. B.; GOMIS, S. The impact of nutrient density, feed form, and photoperiod on the walking ability and skeletal quality of broiler chickens. **Poult. Sci.**, v. 86, p. 2117-2125, 2007.

BRITO, J. A. G. **Vitamina D₃ e 25-hidroxi-colecalfiferol (25-OHD₃) em rações de frangos de corte**. 2008. 134 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

BRITO, J. A. G.; BERTECHINI, A. G.; FASSANI, E. J.; RODRIGUES, P. B.; LIMA, E. M. C.; MENEGHETTI, C. Efeito da vitamina D₃ e 25-hidroxi-colecalfiferol sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e a morfologia intestinal de frangos de corte. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 39, n. 12, p. 2656-2663, 2010.

BRUNO, L. D. G.; LUQUETTI, B. C.; FURLAN, R. L.; MACAR, M. Influence of early qualitative feed restriction and environmental temperature on long bone development of broiler chickens. **J. Thermal. Biol.**, v. 32, p. 349-354, 2007.

CARIA, P. H. F. Sistema esquelético. **Anatomia geral e odontológica**. São Paulo: Artes Médicas, 2014. p. 20.

CARVALHO, J. C. C.; BERTECHINI, A. G.; FASSANI, E. J.; RODRIGUES, P. B.; PEREIRA, R. A. N. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com complexos enzimáticos. **Rev. Bras. Zootec.**, v.38, n.2, p.292-298, 2009.

CASTRO, L. C. G. O sistema endocrinológico vitamina D. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.**, v. 55, p. 566-575, 2011.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. **Bioquímica ilustrada**. Porto Alegre: Artmed, 2006. 533 p.

CHOU, S. H.; CHUNG, T. K.; YU, B. Effects of supplemental 25-hydroxycholecalciferol on growth performance, small intestinal morphology, and immune response of broiler chickens. **Poult. Sci.**, v. 88, p. 2333-2341, 2009.

COELHO, M.; MCKNIGHT, W.; COUSINS, B. Effects of a targeted B-vitamin regimen on rate and efficiency of fast growing broilers from 0 to 49 days. **Poult. Sci.**, v. 80, n. 832, suppl. 1, p. 201, 2001.

COLLET, S. **Características ósseas de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de vitamina D**. 2013. 74 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2013.

COOK, M.E. Skeletal deformities and their causes: introduction. **Poult. Sci.**, v. 79, p. 982-984, 2000.

DUTCH STATE MINES. **Nutritional products**. 2008. Disponível em: <http://www.dsm.com/en_US/downloads/dnp/HyDFolder.pdf+academic+black+bone+syndrome+in+chicken>. Acesso em: 28 ago. 2011.

DUTCH STATE MINES. **Vitamin supplementation guidelines for domestic animals**. 2011. Disponível em: <http://www.dsm.com/content/dam/dsm/anh/en_US/documents/OVN_supplementation_guidelines.pdf?fileaction=openFile>. Acesso em: 28 set. 2014.

EDWARDS JUNIOR, H. M.; ELLIOT, M. A.; SOONCHARERNYING, S.; BRITTON, W. M. Quantitative requirement for cholecalciferol in the absence of ultraviolet light. **Poult. Sci.**, v. 73, n. 2, p. 288-294, 1994.

FÉLIX, A. P.; MAIORKA, A.; SORBARA, J. O. B. Níveis vitamínicos para frangos de corte. **Ciênc. Rural**, v. 39, n. 2, p. 619-626, 2009.

FERNANDES, B. C. S.; MARTINS, M. R. F. B.; MENDES, A. A.; ALMEIDA PAZ, I. C. L.; KOMIYAMA, C. M.; MILBRADT, E. L. Locomotion problems of broiler chickens and its relationship with the gait score. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 41, n. 8, p. 1951-1955, 2012.

FIELD, R. A. Ash and calcium as measures of bone in meat and bone mixtures. **Meat Sci.**, v. 55, n. 3, p. 255-264, 2000.

FLETCHER, D. L. Broiler breast meat color variation, pH and texture. **Poult. Sci.**, v. 78, p. 1323-1327, 1999.

FRITTS, C. A.; WALDROUP, P. W. Comparison of cholecalciferol and 25-hydroxycholecalciferol in broilers diets designed to minimize phosphorus excretion. **J. Appl. Poult. Res.**, v. 14, n. 1, p. 156-166, 2005.

FURTADO, D. A.; DANTAS, R. T.; NASCIMENTO, W. B.; SANTOS, J. T.; COSTA, F. G. P. Efeitos de diferentes sistemas de acondicionamento ambiente sobre o desempenho produtivo de frangos de corte. **Rev. Bras. Eng. Agr.**, v. 10, n. 2, p. 484-489, 2006.

GARCIA, A. F. Q. M. **Utilização de vitamina D e seus metabólitos na alimentação de frangos de corte**. 2012. 59 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

GARCIA, A. F. Q. M.; MURAKAMI, A. E.; DUARTE, C. R. A.; ROJAS, I. C. O.; PICOLI, K. P.; PUZOTTI, M. M. Use of vitamin D₃ and its metabolites in broiler chicken feed on performance, bone parameters and meat quality. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.**, v. 26, p. 408-415, 2013.

GOMIDE, E. M. **Redução dos níveis de proteína bruta, cálcio e fósforo em rações com fitase e aminoácidos para frangos de corte**. 2010. 134 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

GOUS, R. M.; MORAN JR., E. T.; STILBORN, H. R.; BRADFORD, G. D.; EMMANS, G. C. Evaluation of the parameters needed to describe the overall growth, the chemical growth, and the growth of feathers and breast muscles of broilers. **Poult. Sci.**, v. 78, p. 812-821, 1999.

HUYGHEBAERT, G.; DEGROOTE, G. Effect of dietary fluoride on performance and bone characteristics of broiler and the influence of drying and defatting on bone breaking strength. **Poult. Sci.**, v. 67, n. 6, p. 950-955, 1988.

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE AGRONOMIQUE. **Alimentação dos animais monogástricos: suínos, coelhos e aves**. 2. ed. São Paulo: Rocca, 1999. 245 p.

JONES, B. J.; TWOMEY, P. J. Issues with vitamin D in routine clinical practice. **Rheumatology**, v. 47, p. 1267-1268, 2008.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 488 p.

KESTIN, S. C.; KNOWLES, T. G.; TINCH, A. E.; GREGORY, N. G. Prevalence of leg weakness in broiler chickens and its relationship with genotype. **Vet. Rec.**, v. 131, p. 190-194, 1992.

KORVER, D. Research, analytical techniques and practical experiences using HyD™. In: ARKANSAS NUTRITION CONFERENCE, 2005, Arkansas. **Proceedings...** Arkansas, 2005. p. 12.

KORVER, D. Reducing the incidence of black bone. **World Poult.**, v. 26, p. 36-38, 2010.

LÁZARO, R.; MATEO, G. G.; BARROETA, A.; BARRRAGAN, J. I. **Necesidades nutricionales para avicultura: pollos de carne y aves de puesta - Normas FEDNA**. Madrid: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 2008. 79 p.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP, UNESP, 1994. 296 p.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2008. p. 167-172.

MACKIE, I. M. The effects of freezing on flesh proteins. **Food Rev. Int.**, v. 9, n. 4, p. 575-610, 1993.

MARCATO, S. M.; SAKOMURA, N. K.; FERNANDES, J. B. K.; SIQUEIRA, J. C.; DOURADO, L. R. B.; FREITAS, E. R. Crescimento e deposição de nutrientes nos órgãos de frangos de corte de duas linhagens comerciais. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 39, n. 5, p. 1082-1091, 2010.

MARTINS, J. M. S.; FERNANDES, E. A.; LITZ, F. H.; CARVALHO, C. M. C.; SILVA, M. C. A.; MORAES, C. A.; SILVEIRA, M. M.; SOUSA, M. R. Desempenho de três linhagens de frangos de corte de crescimento rápido. **Vet. Not.**, v. 20, n. 1, p.37-43, 2014.

MENDES, A. S.; PAIXÃO, S. J.; MAROSTEGA, J.; RESTELATTO, R.; OLIVEIRA, P. A. V.; POSSENTI, J. C. Mensuração de problemas locomotores e de lesões no coxim plantar em frangos de corte. **Arch. Zootec.**, v. 61, n. 234, p. 217-228, 2012.

MESQUITA, F. R. **Níveis e formas de vitamina D em rações para frangos de corte**. 2012. 101 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

MOREIRA, R. O.; BALDUÍNO, A.; MARTINS, H.; REIS, J.; DUARTE, M.; FARIAS, M.; BOROJEVIC, R. Ribavirin, but not Interferon- α , is associated with impaired osteoblast proliferation and differentiation in vitro. **Calcif. Tissue Int.**, v. 75, n. 2, p. 160-168, 2004.

MOREKI, J. C. **The influence of calcium intake by broilers breeders on boné development and egg characteristics**. 2005. 217 f. Tese (Doutorado em Ciências Naturais e Agricultura) – University of the Free State, Bloemfontein, República da África do Sul, 2005.

NÄÄS, I. A. Princípios de bem-estar animal e sua aplicação na cadeia avícola. **Biológico**, v. 70, n. 2, p. 105-106, 2008. (Palestra)

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of domestics animals**: nutrient requeriment of poultry. 9. ed. Washington: National Academic Science, 1994. 155 p.

NGAPO, T. M.; BABARE, I. H.; REYNOLDS, J.; MAWSON, R. F. Freezing and thaqing rate effects on Drip Loss from samples of pork. **Meat Sci.**, v. 53, p. 149-158, 1999.

NOEBAUER, M. R. **Efeitos das diferentes relações cálcio:fósforo disponível e fitase sobre o desempenho produtivo, qualidade dos ovos e tecido ósseo de poedeiras de ovos de casca marrom**. 2006. 62 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

NORDIN, M.; FRANKEL, V.H. Biomechanics of bone, In: NORDIN, M.; FRAKEL, V. H. (Eds). **Basic biomechanics of the musculoskeletal system**. 3. ed. Filadélfia: Lee & Febiger, 2001. p. 450.

NUNES, I. J. **Nutrição animal básica**. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 1998. p. 387.

OLIVEIRA, A. F. G.; BRUNO, L. D. G.; MARTINS, E. N.; GARCIA, E. R. M.; MONTEIRO, A. C.; LEITE, M. C. P.; POZZA, P. C.; SANGALI, C. P. Efeito da densidade de criação e do grupo genético sobre a composição mineral e desenvolvimento de ossos longos de frangos de corte. **Cienc. Agr.**, v. 35, n. 2, p. 1023-1034, 2014.

OLMOS, A. R. **Respostas de frangos de corte fêmeas de duas linhagens a dietas com diferentes perfis protéicos ideais**. 2008. 107 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

PIZAURO JÚNIOR, J. M.; CIANCAGLINI, P.; MACARI, M. Discondroplasia tibial: mecanismos de lesão e controle. **Rev. Bras. Cienc. Avic.**, v. 4, p. 169-185. 2002.

PIZZOLANTE, C. C.; GARCIA, E. A.; LAGANÁ, C.; SALDANHA, E. S. P. B.; DEODATO, A. P.; FAITARONE, A. B. G.; SCHERER, M. R.; BATISTA, L. Effect of the calcium level and limestone particle size on the performance of semi-heavy in the second cycle of egg production. **Braz. J. Poult. Sci.**, v. 11, n. 1, p. 39-49, 2006.

RAMA RAO, S. V.; RAJU, M. V. L. N.; PANDA, A. K. Effect of high concentrations of cholecalciferol on growth, bone mineralization and mineral retention in broiler chicks fed suboptimal concentrations of calcium and nonphytate phosphorus. **J. Appl. Poult. Res.**, v. 15, n. 4, p. 493-501, 2006.

ROBERSON, K. D.; LEDWABA, M. F.; CHARBENEAU, R. A. Studies on the efficacy of twenty-five hydroxycholecalciferol to prevent tibial dyschondroplasia in ross broilers fed marginal calcium to Market age. **Int. J. Poult. Sci.**, v. 4, n. 2, p. 85-90, 2005.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: UFV, DZO, 2011. 252 p.

SAUNDERS-BLADES, J.; KORVER, D. Hyd and poultry: bones and beyond. In: EUROPEAN POULTRY CONFERENCE, 2006, Verona. **Proccedings...** Verona, 2006.

SEEDOR, J. G. The biophosphanate alen-dronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. **J. Bone Miner. Res.**, v. 4, p. 265-270, 1995.

SOARES JÚNIOR, J. H.; KERR, J. M.; GRAY, R. W. 25-hydroxycholecalciferol in poultry nutrition. **Poult. Sci.**, v. 74, p. 1919-1934, 1995.

SOUZA, A. F. G. O. Tecido ósseo em frangos de corte. **Rev. Eletrôn. Nutritime**, v. 9, n. 1, p. 1663-1679, 2012.

SOUZA, C. S.; VIEITES, F. M.; VASCONCELLOS, C. H. F.; CALDERANO, A. A.; NUNES, R. V.; FERREIRA, C. M.; PEREIRA, T. V. S.; MORAES, G. H. K. Suplemento de 1,25

dihidroxicolecalciferol e redução de cálcio e fósforo disponível para frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 65, n. 2, p. 519-525, 2013.

SOUZA, C. S. VIEITES, F. M. Vitamina D₃ e seus metabólitos para frangos de corte. **Arch. Zootec.**, v. 63R, p. 11-24, 2014.

TALATY, P. N.; KATANBAF, M. N.; HESTER, P. Y. Life cycle changes in bone mineralization and bone size traits of commercial broilers. **Poult. Sci.**, v. 88, p. 1070- 1077, 2009.

TOLEDO, G. S.; KLOECKNER, P.; LOPES, J.; COSTA, T. Níveis das vitaminas a e e em dietas de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. **Ciênc. Rural**, n. 2, v. 36, p. 624-629, 2006.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Relatório anual**. 2014. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/8ca705e70f0cb110ae3aed67d29c8842.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2014.

VAN RIETBERGEN, B.; HUISKES, R. Elastic constants of cancellous bone, In: COWIN, S. C. (Ed.). **Bone mechanics handbook**. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 15.1-15.15.

VENALAINEN, E.; VALAJA, J.; JALAVA, T. Effects of dietary metabolisable energy, calcium and phosphorus on bone mineralisation, leg weakness and performance of broiler chickens. **Br. Poult. Sci.**, v. 47, p. 301-310, 2006.

VIEITES, F. M.; NALON, R. P.; SANTOS, A. L.; BRANCO, P. A. C.; SOUZA, C. S.; NUNES, R. V.; CALDERANO, A. A.; ARRUDA, N. V. M. Desempenho, rendimento de carcaça e cortes nobres de frangos de corte alimentados com rações suplementadas com *Solanum glaucophyllum*. **Cienc. Agr.**, v. 35, n. 3, p. 1617-1626, 2014.

WEBSTER, A. B.; FAIRCHILD, B. D.; CUMMINGS, T. S.; STAYER, P. A. Validation or a three. Point gait scoring system for field assessment de walking ability of commercial broilers. **J. Appl. Poult. Res.**, v. 17, p. 529-539, 2008.

WHITEHEAD, C. The black bone syndrome in broilers. **Int. Hatch. Pract.**, v. 23, n. 8, p. 7-9, 2009.

WHITEHEAD, C. C. Update on current european broiler bone problems. **Aust. Poult. Sci. Symp.**, v. 21, p. 22-25, 2010.

YARGER, J. G. ; QUARLES, C. L. ; HOLLIS, B. W. ; GRAY, R. W. Safety of 25-hydroxycholecalciferol in poultry rations. **Poult. Sci.**, v. 74, n. 9, p. 1437-1446, 1995.

ZHANG, X.; LIU, G.; MCDANIEL, G. R.; ROLAND, D. A. Responses of broiler lines selected for tibial dyschondroplasia incidence to supplementary 25-hydroxycholecalciferol. **J. Appl. Poult. Res.**, v. 6, p. 410-416, 1997.

CAPÍTULO 2

ÍNDICES PRODUTIVOS E *GAIT SCORE* DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM VITAMINA D (25-OHD₃)

ÍNDICES PRODUTIVOS E *GAIT SCORE* DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM VITAMINA D (25-OHD₃)

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar os índices produtivos e o *gait score* (GS) de frangos de corte suplementados ou não com vitamina D. Foram utilizados 2.400 frangos de corte distribuídos em delineamento em blocos casualizados alocados em esquema fatorial 2x2x2 (machos e fêmeas, linhagens Cobb[®] 500 e Ross[®] 308, suplementados ou não com 69 mg de 25-OHD₃ / t de ração), totalizando oito tratamentos com seis repetições de 50 aves cada. Avaliou-se o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade (VB) e GS das aves. Para calcular o rendimento de carcaça e partes foram abatidas 96 aves. No período de 1-21 dias houve diferença entre sexos e interação linhagem e suplementação para o CR; para o GP houve interação linhagem e sexo e linhagem e suplementação; a CA diferiu apenas entre as linhagens. No período de 1-35 dias houve interação entre sexo e linhagem e linhagem e suplementação para CR; o sexo e a linhagem influenciaram o GP; a CA foi diferente entre os sexos. No período de 1-42 dias houve interação entre sexo e linhagem para o CR e para o GP; a CA diferiu entre os sexos; houve interação entre linhagem e suplementação para VB. Houve diferença na frequência de GS e no rendimento de pernas para sexo e linhagem. O rendimento de peito foi influenciado pela linhagem e houve interação entre sexo e suplementação. Conclui-se que a vitamina D não influenciou os índices produtivos e o GS de frangos de corte.

Palavras-Chave: avicultura, desempenho, rendimento de carcaça

PRODUCTION RATES AND GAIT SCORE OF BROILERS SUPPLEMENTED WITH VITAMIN D (25-OHD₃)

ABSTRACT

The goal of the study was evaluated the production rates and gait score (GS) of broilers supplemented or unsupplemented with vitamin D. We used 2400 broilers distributed in design randomized blocks allocated in a 2x2x2 factorial arrangement (males and females, strains Cobb[®] 500 and Ross[®] 308, supplemented or unsupplemented with 69 mg de 25-OHD₃ / t of ration), eight treatments with six replicates of 50 birds each. Evaluated the feed intake (FI), weight gain (WG), feed conversion (FC), viability (VB) and GS of the birds. To calculate carcass yield and parts were slaughtered 96 birds. In the period of 1-21 days differed between sex and strain interaction and supplementation for FI; for the WG was strain interaction and sex and strain and supplementation; FC differed only between strains. In the period of 1-21 days differed between sex and strain interaction and supplementation for FI; for WG there was strain interaction and sex and strain and supplementation; the FC differed only between strains. In the period of 1-35 days there was interaction between sex and strain and strain and supplementation for FI; the sex and strain influenced the WG; the FC differed between sexes. In the period of 1-42 days there was interaction between sex and strain for FI and WG; the FC differed between sexes; there was interaction between strain and supplementation for VB. There was difference in frequency of GS and legs yield for sex and strain. The breast yield was influenced by strain and there was interaction between sex and supplementation. We conclude that vitamin D did not influence the production rates and GS of broilers.

Keywords: carcass yield, performance, poultry production

INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se no mercado internacional da avicultura de corte ocupando desde 2004 a liderança na exportação, abastecendo mais de 160 países e o terceiro lugar na produção mundial, estando muito próximo da China, segundo colocado no *ranking* mundial (União Brasileira de Avicultura, 2014).

A intensificação da criação de frangos de corte teve como base a nutrição, manejo e melhorias genéticas, além de ambiência e sanidade promovendo linhagens mais eficientes para ganho de peso, conversão alimentar e produtividade. Contudo, o grande crescimento da avicultura industrial veio acompanhado de maiores exigências do mercado consumidor, no que tange aos padrões de qualidade e segurança do alimento, associados à preservação ambiental e bem-estar animal (Nääs, 2008).

Para estimar o bem-estar das aves tem-se a metodologia do *gait score*, que consiste na avaliação da forma como a ave caminha em trajeto de um metro linear e atribui-se uma nota proporcional à desenvoltura do animal (Kestin et al., 1992; Almeida Paz et al., 2010; Fernandes et al., 2012). O *gait score* vêm sendo aplicado pelo mercado externo em países produtores e a frequência de aves caminhando normalmente (*gait score* 0) deve ser de no mínimo 70% para que a exportação não seja comprometida em barreiras não tarifárias que preconizam animais sadios e em bem-estar (Fernandes et al., 2012).

Alguns fatores podem influenciar o *gait score*, entre eles linhagens, gêneros e suplementação com vitamina D. Em pesquisa recente Alves (2013b) verificou pior *gait score* para as aves de linhagens comerciais em comparação as caipiras e maior frequência de fêmeas caminhando normalmente em comparação aos machos. Para este autor, a explicação pode estar relacionada à diferença no ganho de peso entre machos e fêmeas, o que para Brickett et al. (2007) causa maior comprometimento da forma de caminhar dos machos.

A adição de vitamina D em dietas de aves pode ser uma alternativa para melhorar o *gait score*, já que esta vitamina está relacionada à formação do esqueleto e absorção de cálcio e fósforo (Torres et al., 2009) e o *gait score* pode estar correlacionado às características ósseas. No entanto, Collet (2013) em seu estudo não verificou influência da suplementação com vitamina D₃ e combinação desta com 25-OHD₃ no *gait score* de frangos de corte machos e fêmeas da linhagem Cobb® 500. Este autor utilizou três tratamentos, sendo eles tratamento 1 - 3.500 UI (0,087 mg) de vitamina D₃ / kg de ração, tratamento 2 - 3.500 UI (0,087 mg) de vitamina D + 1.954 UI (0,049) de 25-OHD₃ / kg de ração e tratamento 3 - 7.000 UI (0,175) de vitamina D₃ / kg de ração.

Quanto aos efeitos da suplementação com vitamina D no desempenho de frangos de corte, Fritts & Waldroup (2005) notaram que independentemente da fonte de vitamina D (D_3 e 25-OHD_3) houve melhora do ganho de peso e conversão alimentar das aves suplementadas com 4.000 UI (0,100 mg) / kg de ração. A 25-OHD_3 melhorou o consumo de ração, ganho de peso e rendimento de carcaça em estudos realizados por Brito (2008) ao suplementar frangos de corte com a combinação de duas fontes de vitamina D (D_3 e 25-OHD_3) frangos de corte machos da linhagem Cobb[®] 700 com vitamina D_3 (0,050 mg de D_3 / kg de ração) e 25-OHD_3 (0,037 mg de 25-OHD_3 / kg de ração e 0,070 mg de 25-OHD_3 / kg de ração), havendo redução de 20% na fase de crescimento e 50% na fase final destes valores de vitamina D. O autor não verificou diferença para o rendimento de peito, pernas e viabilidade das aves.

Recentemente Vietes et al. (2014) não encontraram diferença para o rendimento de carcaça, de peito e asas, em machos Cobb[®] suplementados com níveis (0,0; 0,005; 0,001; 0,015 0,0015; 0,0020 e 0,0025 mg) de 25-OHD_3 / kg de ração. A suplementação de frangos de corte da linhagem Cobb[®] 500 com vitamina D (0,0700 e 0,0875 mg / kg de ração) provenientes de duas formas (D_3 e 25-OHD_3) e combinação das duas formas (60% de vitamina D_3 e 40% de 25-OHD_3) não resultou em diferença no rendimento de carcaça em estudos realizados por Mesquita (2012). Já Yarger et al. (1995) notou que o rendimento de peito foi maior em aves suplementadas com 69 mg de 25-OHD_3 / t de ração.

Em outros estudos Chou et al. (2009) não verificaram influência da adição de vitamina D (25-OHD_3) na ração sobre o ganho de peso e a conversão alimentar. O mesmo ocorreu em estudos realizados por Bresne (2013) utilizando a combinação das fontes D_3 [níveis que variaram entre 2.375 à 5.575 (0,059 mg à 0,139) / kg de ração] e 25-OHD_3 [níveis que variaram entre 1.400 UI à 2.800 UI (0,035 mg à 0,070 mg) / kg de ração], que verificou também que não houve influência na viabilidade das aves.

Sendo assim, a condução deste estudo objetivou avaliar os índices produtivos e o *gait score* de frangos de corte suplementados ou não com vitamina D (25-OHD_3).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP / Câmpus de Botucatu, na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMVZ, no Setor de Avicultura localizado na latitude 22° 49’ 07” S e longitude 48° 24’ 40” W. O período de execução foi de janeiro à março de 2014, sob aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da FMVZ, protocolo 96/2013-CEUA.

Aves e Delineamento Experimental

Para o estudo foram utilizados 2.400 frangos de corte das linhagens Cobb[®] 500 e Ross[®] 308, sexados, adquiridos com um dia de idade e distribuídos igualmente entre os tratamentos. As aves foram vacinadas no incubatório contra as doenças Marek, Gumboro, Bronquite e Bouda Aviária.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados alocado em esquema fatorial 2x2x2 (machos e fêmeas, das linhagens Cobb[®] 500 e Ross[®] 308, suplementados ou não com 25-OHD₃). Assim, totalizaram-se oito tratamentos, sendo eles: T1 - Cobb[®] 500 macho não suplementado; T2 - Cobb[®] 500 fêmea não suplementada; T3 - Cobb[®] 500 macho suplementado com 25-OHD₃; T4 - Cobb[®] 500 fêmea suplementada com 25-OHD₃; T5 - Ross[®] 308 macho não suplementado; T6 - Ross[®] 308 fêmea não suplementada; T7 - Ross[®] 308 macho suplementado com 25-OHD₃; T8 - Ross[®] 308 fêmea suplementada com 25-OHD₃; com seis repetições de 50 aves cada.

Instalações e Manejo

O aviário experimental foi construído no sentido leste-oeste, com 40 m de comprimento, 8 m de largura e 3,5 m de pé direito. A área interna desta instalação foi dividida em 48 boxes de 3,0 x 1,5 m totalizando 4,5 m².

As paredes em geral e as divisórias dos boxes são de alvenaria, sendo as paredes laterais e as divisórias dos boxes com altura de 40 cm acrescentadas com tela de fios de arame trançados (alambrado) de 0,5 polegadas. A cobertura é com telhas de fibrocimento e para controle da temperatura interna do ambiente o aviário possui cortinas laterais, aspersores, ventiladores e campânulas elétricas providas de lâmpadas infravermelhas de 250 W, controladas por um termostato.

A preparação para a chegada dos pintinhos consistiu em dois meses de vazio sanitário, limpeza e desinfecção das instalações, bem como de todos os equipamentos a serem utilizados no experimento. Os boxes foram providos de 8 cm de cama de maravalha nova, revolvida semanalmente à partir da terceira semana de alojamento, comedouros infantis com capacidade de 4 kg (utilizados durante a primeira semana), comedouros tubulares com capacidade de 20 kg (utilizados da segunda semana em diante), bebedouros pendulares semiautomáticos e círculos de proteção (utilizados até o final da primeira semana de criação). Em cada boxe alojaram-se 50 aves, perfazendo a densidade de 11,11 aves por m².

O programa de iluminação foi o recomendado pelo Protocolo de Bem-Estar para Frangos e Perus da União Brasileira de Avicultura (2008), sendo que do primeiro ao terceiro dia de vida as aves receberam 24 horas de luz e daí em diante 20 horas de luz. Este total de horas de luz constitui a somatória de luz natural e artificial, sendo que a luz artificial foi fornecida por lâmpadas incandescentes de 150 W.

O arraçoamento foi dividido em três fases, sendo inicial de 1 a 21 dias de criação, crescimento de 22 a 35 dias de criação e final de 36 a 42 dias de criação. A composição centesimal e nutricional das rações experimentais encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 Composição centesimal e nutricional calculada das rações experimentais de frangos de corte nas fases inicial (1-21 dias de criação), crescimento (22-35 dias de criação) e final (36-42 dias de criação).

Ingredientes	Fases		
	Inicial	Crescimento	Final
Milho (grão)	58,65	66,88	71,15
Farelo de soja (45%)	32,44	27,64	24,61
Trigo	5,08	2,25	1,35
Calcário calcítico	0,92	0,89	0,79
Fosfato bicálcico	1,64	1,20	0,98
L – lisina (99%)	0,18	0,12	0,12
DL – metionina (99%)	0,19	0,12	0,10
Suplemento vitamínico e mineral ¹	0,40	0,40	0,40
Sal comum	0,40	0,40	0,40
Inerte (caulim) / 25-OHD ₃	0,10	0,10	0,10
Total	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada			
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.952	3.050	3.100
Proteína bruta (%)	21,00	19,00	17,80
Cálcio (%)	0,89	0,75	0,65
Fósforo disponível (%)	0,43	0,33	0,29
Metionina total (%)	0,51	0,42	0,39
Metionina + cistina total (%)	0,97	0,76	0,70
Lisina total (%)	1,22	1,04	0,97

¹Níveis de garantia por kg de ração para a fase inicial: vit. A 8.000 UI; vit. B₁ 2,20 mg; vit. B₂ 5,40 mg; vit. B₆ 3 mg; vit. B₁₂ 12 mcg; vit. D₃ 2.300 UI; vit. E 12 UI; vit. K₃ 1,80; niacina 35 mg; ácido pantotênico 13 mg; ácido fólico 0,90 mg; B.H.T 0,10 g; fitase 500 ftu; clorohidroxiquinolina 30 mg; nicarbazina 0,04 g; maduramicina 3,75 mg; colina 0,33 g; Cu 0,10 g; Fe 0,05 g; I 1,20 mg; Mn 0,08 g; Se 0,20 mg; Zn 0,06 g. Níveis de garantia por kg de ração para a fase crescimento: vit. A 7.000 UI; vit. B₁ 1,6 mg; vit. B₂ 4,5 mg; vit. B₆ 2,20 mg; vit. B₁₂ 10 mcg; vit. D₃ 2.000 UI; vit. E 11 UI; vit. K₃ 1,60 mg; niacina 32 mg; ácido pantotênico 12 mg; ácido fólico 0,80 mg; B.H.T 0,10 g; fitase 500 ftu; clorohidroxiquinolina 30 mg; salinomicina 0,066 g; colina 0,25 g; Cu 0,10 g; Fe 0,05 g; I 1,20 mg; Mn 0,08 g; Se 0,20 mg; Zn 0,06 g. Níveis de garantia por kg de ração para a fase final: vit. A 5.000 UI; vit. B₁ 0,80 mg; vit. B₂ 2,50 mg; vit. B₆ 1 mg; vit. B₁₂ 6 mcg; vit. D₃ 1.200 UI; vit. E 10 UI; vit. K₃ 1,50 mg; niacina 22 mg; ácido pantotênico 8,50 mg; ácido fólico 0,50 mg; B.H.T 0,10 g; fitase 500 ftu; clorohidroxiquinolina 30 mg; colina 150 g; Cu 0,10 g; Fe 0,05 g; I 1,20 mg; Mn 0,08 g; Se 0,20 mg; Zn 0,06 g.

As rações, preparadas e armazenadas em sala isenta de luz solar direta, foram formuladas à base de milho e farelo de soja, seguindo as exigências nutricionais de cada fase de criação, adaptado de Rostagno et al. (2011). Além dos níveis de vitamina D₃ dos suplementos vitamínicos, foram adicionados 69 mg (equivalente à 2.760 UI / kg de ração) de 25-OHD₃ / t de ração nos tratamentos suplementados. A ração e água foram fornecidas *ad libitum*.

Características Avaliadas

Para avaliar o desempenho, todas as aves foram pesadas ao chegarem ao aviário, assim como a ração fornecida. O mesmo ocorreu aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de criação, quando pesou-se também as sobras de ração. Sendo assim, avaliou-se o desempenho das aves pelas características consumo de ração, obtido após determinação da diferença entre alimento fornecido e as sobras de ração expresso em g/ave/período; ganho de peso, obtido pela pesagem dos animais e expresso em g/ave/período; e conversão alimentar, obtida pela relação entre alimento consumido e ganho de peso. A mortalidade foi registrada diariamente para cálculo da viabilidade, dada a equação:

$$\text{Viabilidade} = 100 - \% \text{ de Mortalidade; expressa em porcentagem}$$

O *gait score* foi avaliado aos 41 dias de criação em 100% das aves e consistiu em observações subjetivas do modo em que as aves caminharam por uma distância de 1 m linear delimitado dentro dos boxes, atribuindo-se notas de acordo com a desenvoltura das mesmas. Estas notas variaram entre 0 e 2, sendo 0 - ave que caminhou normalmente e deu no mínimo dez passos ininterruptos, 1 - ave que apresentou dificuldade ao caminhar e deu entre seis a dez passos ininterruptos e 2 - ave que caminhou com muita dificuldade e deu menos de seis passos ininterruptos ou não caminhou, conforme descrito por Almeida Paz (2008).

Aos 42 dias de criação, 96 aves (duas aves/repetição/tratamento) foram selecionadas aleatoriamente, identificadas com anilhas plásticas numeradas e submetidas a jejum por oito horas. No dia seguinte, aos 43 dias de criação, as aves foram transportadas ao abatedouro experimental da mesma instituição, quando foram pesadas individualmente, insensibilizadas por eletronarose e em seguida abatidas por corte de veia jugular e artérias carótidas. Após a sangria e a retirada das penas, fez-se a retirada dos pés, cabeça e gordura abdominal e evisceração manual. As carcaças foram pesadas e seu rendimento calculado por meio da fórmula:

$$\text{Rendimento de Carcaça (\%)} = (\text{Peso da Carcaça (g)} \times 100) / \text{Peso Vivo (g)} \text{ (Vieites et al., 2014)}$$

Posteriormente, foram retirados e pesados o peito, dorso, as pernas e asas para cálculo de rendimento de partes utilizando-se a fórmula:

$$\text{Rendimento de Partes (\%)} = (\text{Peso Parte (g)} \times 100) / \text{Peso Carcaça (g)}$$

Análise Estatística

Os resultados obtidos foram avaliados utilizando-se programa estatístico SAS 9.2 (2004). Os dados de desempenho, rendimento de carcaça e partes foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%. Admitiu-se que os dados de *gait score* não atendem as pressuposições do modelo estatístico (normalidade e homogeneidade), portanto, aplicou-se o teste do Qui-Quadrado ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desempenho no Período de 1 a 21 dias de Criação

Pode-se observar diferença ($p < 0,05$) entre os sexos para o consumo de ração, com maior valor para os machos (Tabela 2). Estes resultados diferem dos encontrados por Carvalho et al. (2009), que estudando frangos de corte da linhagem Cobb[®] 500 não encontraram diferença entre os sexos para esta característica no período de 1 a 21 dias de criação. A ração utilizada por estes autores também era à base de milho e farelo de soja, mas continha farinha de carne e ossos. Provavelmente, alguns fatores como temperatura, incidência de luz ou até mesmo alterações na palatabilidade decorrentes da inclusão de farinha de carne e ossos podem ter influenciado o consumo.

Houve interação ($p < 0,05$) entre linhagem e suplementação para o consumo de ração. As aves da linhagem Cobb[®] 500 não suplementadas foram superiores as da linhagem Ross[®] 308 não suplementadas e superiores as da mesma linhagem suplementadas. Recentemente, Arruda (2013) também encontrou maior consumo de ração para as aves da linhagem Cobb[®] 500 quando comparou machos desta linhagem com Ross[®] 808 e Ross[®] 508, no período de 7 a 14 dias de criação.

Discordando com os resultados de consumo obtidos neste estudo, Bresne (2013) não observou-se influência da suplementação nesta característica ao utilizar a combinação das fontes D₃ [níveis que variaram entre 2.375 à 5.575 (0,059 mg à 0,139) / kg de ração] e 25-OHD₃ [níveis que variaram entre 1.400 UI à 2.800 UI (0,035 mg à 0,070 mg) / kg de ração].

O menor consumo da ração suplementada não pode ser atribuído à redução da palatabilidade da ração, pois neste estudo adicionou-se a apenas 69 mg de 25-OHD₃ / t de ração

e a redução do consumo ocorreu apenas para uma linhagem. Além disto, deve-se considerar que os sentidos de gosto e olfato das aves são menos desenvolvidos que dos mamíferos (Lindenmaier & Kare, 1959), pois as aves têm somente 12 papilas gustativas rudimentares por cm^2 , em contrapartida dos mamíferos, que têm milhares (Hill, 1971).

Tabela 2 Desempenho de frangos de corte machos e fêmeas, das linhagens Cobb[®] 500 e Ross[®] 308, suplementados ou não com vitamina D (25-OHD₃), no período de 1-21 dias de criação.

Linhagem	Sexo		Média	Suplementação		Média		
	Macho	Fêmea		0 mg/t	69 mg/t			
Consumo de Ração				Consumo de Ração				
Cobb® 500	1.197	1.139	1.168	1.195 Aa	1.140 Ab	1.167		
Ross® 308	1.149	1.138	1.143	1.136 Ba	1.150 Aa	1.143		
Média	1.173 a	1.138 b		1.165	1.145			
Ganho de Peso				Ganho de Peso				
Cobb® 500	789 Aa	745Bb	767	779 Aa	755 Ab	767		
Ross® 308	776 Aa	763 Aa	769	765 Aa	773 Aa	769		
Média	782	754		772	764			
Conversão Alimentar				Conversão Alimentar				
Cobb® 500	1,52	1,53	1,52	1,53	1,51	1,52 A		
Ross® 308	1,48	1,49	1,48	1,49	1,49	1,49 B		
Média	1,50	1,51		1,51	1,50			
Viabilidade				Viabilidade				
Cobb® 500	99,33	99,17	99,25	99,33	99,16	99,24		
Ross® 308	99,39	99,23	99,31	98,83	99,82	99,32		
Média	99,36	99,20		99,08	99,49			
Probabilidade								
	S	L	Sup	S*L	S*Sup	L*Sup	S*L*Sup	CV (%)
CR	0,0106	0,0681	0,1114	0,0675	0,3135	0,0102	0,4606	4,49
GP	<0,0001	0,5600	0,1062	0,0022	0,7711	0,0018	0,7722	3,15
CA	0,5319	0,0285	0,4846	0,9769	0,3693	0,4242	0,5291	3,67
VB	0,7306	0,8170	0,3386	0,9417	0,6613	0,1674	0,3940	1,29

Para cada fonte de variação, médias seguidas de letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

S = sexo; L = linhagem; Sup = suplementação; CV = coeficiente de variação; CR = consumo de ração (g/ave/período); GP = ganho de peso (g/ave/período); CA = conversão alimentar; VB = viabilidade (%).

Segundo Brito et al. (2010), a palatabilidade da ração pode estar relacionada a forma de suplementação de vitamina D, já que as aves alimentadas com rações contendo vitamina D₃ (0,050 mg de D₃ / kg de ração) apresentaram maior consumo de ração em relação às suplementadas com 25-OHD₃ (0,037 mg de 25-OHD₃ / kg de ração e 0,070 mg de 25-OHD₃ / kg de ração).

Houve interação ($p < 0,05$) entre sexo e linhagem para o ganho de peso. As fêmeas Cobb[®] 500 apresentaram menor ganho de peso que os machos da mesma linhagem e que as fêmeas da

linhagem Ross[®] 308. Anteriormente, Moreira et al. (2004) avaliou o desempenho de frangos de corte machos e fêmeas de três linhagens (Ross[®] 308, Cobb[®] 500 e Hybro[®] PG) e não encontrou interação entre sexo e linhagem para o ganho de peso no período de 1 a 21 dias de criação. No entanto, estes autores observaram que a linhagem Hybro[®] PG foi superior às demais, que não diferiram entre si.

Para o ganho de peso também houve interação entre linhagem e suplementação, sendo que a linhagem Cobb[®] 500 apresentou menor ganho de peso em aves suplementadas com vitamina D (25-OHD₃), resultado que pode ser atribuído ao menor consumo de ração por estas aves.

Foi encontrada diferença ($p < 0,05$) entre linhagens para a característica conversão alimentar, sendo que a média geral da linhagem Cobb[®] 500 foi 1,52 e da linhagem Ross[®] 308 foi 1,49. De acordo com os manuais das duas linhagens a conversão alimentar da linhagem Ross[®] 308 é 1,29 e da linhagem Cobb[®] 500 é 1,18 (ambos valores para lotes mistos), notando-se que a linhagem Cobb[®] 500 deveria apresentar melhor conversão alimentar. As eventuais variações nos resultados de conversão alimentar podem ser atribuídos à temperatura ambiente e aos níveis nutricionais das rações utilizadas. No entanto, trabalhando com mesmo nível nutricional Arruda (2013) não encontrou diferença entre as linhagens para esta característica.

Não houve diferença ($p > 0,05$) para viabilidade, característica esta poucas vezes influenciada por fatores como sexo, linhagem, período e nutrição. Comparando a viabilidade de três linhagens (A, B e C) de frangos de corte machos e fêmeas de crescimento rápido Martins et al. (2014) não encontraram diferença entre sexos e linhagens no período de 1 à 21 de criação.

A suplementação também não influenciou a viabilidade de frangos de corte machos da linhagem Cobb em estudos realizados por Bresne (2013) utilizando a combinação das fontes D₃ e 25-OHD₃. Poucas vezes observa-se diferença para a característica viabilidade das aves, pois normalmente as aves são oriundas de mesmo lote e sujeitas as mesmas condições ambientais.

Desempenho no Período de 1 a 35 dias de Criação

Houve interação ($p < 0,05$) entre sexo e linhagem para o consumo de ração (Tabela 3). As fêmeas da linhagem Cobb[®] 500 apresentaram menor consumo que as fêmeas da linhagem Ross[®] 308 e os machos, independentemente da linhagem, consumiram mais ração que as fêmeas. Anteriormente Olmos (2008) estudou frangos de corte fêmeas e também encontrou menor consumo de ração para a linhagem Cobb[®] 500 ao compará-la à linhagem Ross[®] 308 no período de 1 à 37 dias de criação. A superioridade dos machos quanto ao consumo de ração foi relatada por Moro et al. (2005), avaliando quatro linhagens não identificadas.

Para o consumo de ração também houve ($p < 0,05$) interação entre linhagem e suplementação, sendo que as aves da linhagem Cobb® 500 suplementadas com vitamina D (25-OHD₃) apresentaram menor consumo de ração que as não suplementadas, resultado que não foi encontrado para as aves da linhagem Ross® 308. Já Souza et al. (2013) ao suplementarem frangos de corte machos da linhagem Cobb®, distribuídos em delineamento em blocos casualizados, com os níveis 0,0; 0,001; 0,002; 0,003; 0,004 e 0,005 mg de 25-OHD₃ / kg de ração não encontraram diferença para o consumo de ração.

Tabela 3 Desempenho de frangos de corte machos e fêmeas, das linhagens Cobb® 500 e Ross® 308, suplementados ou não com vitamina D (25-OHD₃), no período de 1-35 dias de criação.

Linhagem	Sexo		Média	Suplementação		Média		
	Macho	Fêmea		0 mg/t	69 mg/t			
Consumo de Ração			Consumo de Ração					
Cobb® 500	3.532 Aa	3.118 Bb	3.325	3.359 Aa	3.292 Ba	3.325		
Ross® 308	3.584 Aa	3.350 Ab	3.467	3.419 Aa	3.488 Aa	3.453		
Média	3.558	3.234		3.389	3.390			
Ganho de Peso			Ganho de Peso					
Cobb® 500	2.166	1.883	2.024	2.040	2.008	2.024 B		
Ross® 308	2.227	2.010	2.118	2.099	2.111	2.105 A		
Média	2.196 a	1.946 b		2.069	2.059			
Conversão Alimentar			Conversão Alimentar					
Cobb® 500	1,63	1,66	1,64	1,65	1,64	1,64		
Ross® 308	1,61	1,67	1,64	1,63	1,65	1,64		
Média	1,62 b	1,66 a		1,64	1,64			
Viabilidade			Viabilidade					
Cobb® 500	99,33	99,17	99,25	99,33	99,16	99,24		
Ross® 308	98,79	98,92	98,85	98,16	99,64	98,90		
Média	99,06	99,04		98,74	99,40			
Probabilidade								
	S	L	Sup	S*L	S*Sup	L*Sup	S*L*Sup	CV (%)
CR	< 0,0001	< 0,0001	0,9452	0,0048	0,3240	0,0406	0,6858	6,17
GP	< 0,0001	< 0,0001	0,4856	0,0755	0,3209	0,2748	0,6084	7,07
CA	< 0,0001	0,6007	0,3399	0,0587	0,9737	0,0704	0,1188	2,30
VB	0,9610	0,4448	0,1829	0,6864	0,6414	0,0918	0,4133	1,57

Para cada fonte de variação, médias seguidas de letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

S = sexo; L = linhagem; Sup = suplementação; CV = coeficiente de variação; CR = consumo de ração (g/ave/período); GP = ganho de peso (g/ave/período); CA = conversão alimentar; VB = viabilidade (%); CV = coeficiente de variação (%).

A interação entre linhagem e suplementação para o consumo de ração, com valores inferiores para as aves da linhagem Cobb® 500 não suplementadas em comparação Às suplementadas também foi observada no período de 1-21 dias de criação, mas não se sabe as causas para este comportamento uma vez que o delineamento utilizado neste estudo foi em

blocos casualizados justamente para eliminar a influência dos fatores ambientais sobre os tratamentos.

Observou-se efeito ($p < 0,01$) do sexo para o ganho de peso das aves, com superioridade para os machos. Este resultado é reflexo do maior consumo de ração pelos machos em relação às fêmeas. O maior ganho de peso para os machos também foi encontrado por Moreira et al. (2004) no período de 21 a 35 dias de criação e por Martins et al. (2014) no período de 1 a 35 dias de criação.

Houve também diferença ($p < 0,01$) entre linhagens para a característica ganho de peso (g/ave/período), sendo que a média geral da linhagem Ross[®] 308 foi 2.105 e da linhagem Cobb[®] 500 foi 2.024. Anteriormente Vieira et al. (2007) também verificaram que o ganho de peso da linhagem Ross[®] é superior à da Cobb[®]. Estes resultados podem ser atribuídos às diferenças genéticas das linhagens.

Apesar de atualmente todas as linhagens comerciais existentes serem selecionadas para o alto desempenho cada uma responde de uma maneira, pois o resultado final da linhagem depende das características as quais foi dado ênfase no período de seleção (Arruda, 2013).

Devido ao maior ganho de peso, a conversão alimentar dos machos foi melhor ($p < 0,05$) em comparação a das fêmeas, resultado que corrobora com os encontrados por Moro et al. (2005). Para Stringhini et al. (2003) o ganho de peso e a conversão alimentar das fêmeas de frangos de corte são prejudicados devido acumularem maior quantidade de gordura corporal.

Não houve diferença ($p > 0,05$) entre sexos, linhagens e suplementação com vitamina D (25-OHD₃) para a viabilidade. Para esta característica Martins et al. (2014), também não encontraram diferença entre os sexos e as linhagens (não identificadas) no período de 1 a 35 dias de criação.

Desempenho no Período de 1 a 42 dias de Criação

Houve interação ($p < 0,05$) entre sexo e linhagem para o consumo de ração e ganho de peso (Tabela 4), sendo que os machos e a linhagem Ross[®] 308 apresentaram maior consumo de ração e, conseqüentemente, ganharam mais peso. Resultados semelhantes foram encontrados por Carvalho et al. (2009), que avaliando o consumo de ração e ganho de peso em frangos de corte da linhagem Cobb[®] 500 no período de 1 à 42 dias de criação, notou superioridade dos machos em relação às fêmeas.

As linhagens comerciais de frangos de corte sofrem constantes mudanças quanto ao desempenho. No entanto, em um estudo realizado há 15 anos por Flemming et al. (1999) a liderança no consumo de ração e no ganho de peso já era para a linhagem Ross.

Para a característica conversão alimentar houve diferença ($p<0,05$) para o sexo sendo a pior conversão obtida pelas fêmeas. Estes resultados podem ser atribuídos ao menor consumo de ração e ganho de peso e a maior deposição de gordura das mesmas em comparação aos machos.

Houve interação ($p<0,05$) entre linhagem e suplementação para viabilidade das aves. A menor viabilidade foi encontrada para as aves não suplementadas da linhagem Ross[®] 308 em comparação as aves desta linhagem suplementadas e as aves da linhagem Ross[®] 308 não suplementadas também apresentaram menor viabilidade em comparação à Cobb[®] 500 não suplementada.

Tabela 4 Desempenho de frangos de corte machos e fêmeas, das linhagens Cobb[®] 500 e Ross[®] 308, suplementados ou não com vitamina D (25-OHD₃), no período de 1-42 dias de criação.

Linhagem	Sexo		Média	Suplementação		Média		
	Macho	Fêmea		0 mg/t	69 mg/t			
Consumo de Ração			Consumo de Ração					
Cobb® 500	4.912 Ba	4.229 Bb	4.570	4.595	4.546	4.570		
Ross® 308	5.076 Aa	4.703 Ab	4.889	4.842	4.891	4.887		
Média	4.994	4.466		4.718	4.718			
Ganho de Peso			Ganho de Peso					
Cobb® 500	2.835 Ba	2.399 Bb	2.617	2.638	2.596	2.617		
Ross® 308	2.928 Aa	2.611 Ab	2.769	2.741	2.757	2.749		
Média	2.881	2.505		2.689	2.676			
Conversão Alimentar			Conversão Alimentar					
Cobb® 500	1,73	1,76	1,74	1,74	1,75	1,74		
Ross® 308	1,73	1,80	1,76	1,77	1,78	1,77		
Média	1,73 b	1,78 a		1,75	1,76			
Viabilidade			Viabilidade					
Cobb® 500	99,33	98,67	99,00	99,33 Aa	98,66 Aa	98,99		
Ross® 308	97,59	98,77	98,18	97,16 Bb	99,45 Aa	98,30		
Média	98,46	98,72		98,24	99,05			
Probabilidade								
	S	L	Sup	S*L	S*Sup	L*Sup	S*L*Sup	CV (%)
CR	< 0,0001	< 0,0001	0,9413	0,0047	0,4447	0,3932	0,9247	7,57
GP	< 0,0001	< 0,0001	0,5765	0,0297	0,1363	0,2928	0,2409	8,27
CA	0,0009	0,1347	0,5293	0,1734	0,4156	0,9979	0,2076	3,07
VB	0,5990	0,1594	0,1140	0,0901	0,1969	0,0072	0,9167	2,08

Para cada fonte de variação, médias seguidas de letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

S = sexo; L = linhagem; Sup = suplementação; CV = coeficiente de variação; CR = consumo de ração (g/ave/período); GP = ganho de peso (g/ave/período); CA = conversão alimentar; VB = viabilidade (%); CV = coeficiente de variação (%).

Estes resultados diferem dos encontrados por Brito (2008) que estudando formas (D₃ e 25-OHD₃) e níveis de vitamina D (0,02; 0,037; 0,087 e 0,137 mg / kg de ração) para frangos de corte machos da linhagem Cobb[®] 700 não encontrou diferença para a viabilidade.

Semelhantemente Bresne (2013) utilizou a combinação das fontes D₃ e 25-OHD₃ e também não encontrou diferença para a viabilidade das aves com a suplementação.

Gait score

Houve diferença ($p < 0,01$) na frequência de *gait score* para as variáveis sexo e linhagem (Tabela 5). As fêmeas apresentaram maior frequência de *gait score* 0 e os machos apresentaram maior frequência de *gait score* 1, aquele em que foram classificadas as aves que apresentaram debilidade ao caminhar. Segundo Venäläinen et al. (2006) o melhoramento genético para ganho de peso e a maior deposição de músculo do peito vêm impondo pressão sobre o sistema esquelético, resultando em menor capacidade de andar e maior incidência de claudicação em frangos de corte, o que justifica o pior *gait score* para os machos por serem maiores e apresentarem peitos mais pesados.

Tabela 5 Frequência de *gait score* em frangos de corte machos e fêmeas, das linhagens Cobb[®] 500 e Ross[®] 308, suplementados ou não com vitamina D (25-OHD₃).

GS	Sexo		Linhagem		Suplementação	
	Macho	Fêmea	Cobb [®] 500	Ross [®] 308	0 mg/t	69 mg/t
0	81,12 b	88,41 a	87,79 a	83,10 b	85,91	84,96
1	16,26 a	10,85 b	11,19	14,91	12,76	13,37
2	2,62	0,73	1,02	1,99	1,34	1,67

GS = *gait score*; 0 - ave que caminhou normalmente e deu no mínimo dez passos ininterruptos, 1 - ave que apresentou dificuldade ao caminhar e deu entre seis a dez passos ininterruptos e 2 - ave que caminhou com muita dificuldade e deu menos de seis passos ininterruptos ou não caminhou.

Valores seguidos de letras minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste do Qui-Quadrado ($p < 0,05$).

Assim, a diferença entre o ganho de peso de machos e fêmeas pode interferir na postura corporal das aves (Alves, 2013a) com maior comprometimento da forma de caminhar dos machos (Brickett et al., 2007).

As aves da linhagem Cobb[®] 500 apresentaram maior incidência de *gait score* 0 quando comparadas as da linhagem Ross[®] 308. Kestin et al. (1999) estudaram a susceptibilidade de diferentes linhagens comerciais terem problemas de pernas e notou que existem diferenças entre elas.

Comparando o *gait score* de frangos de corte das linhagens comerciais Cobb[®] 500 e Ross[®] 308 e frango caipira, Alves (2013b) não encontrou diferença entre o *gait score* das aves de linhagens comerciais, mas sim destas com os frangos caipira. Este autor justificou estes resultados pelo contraste do peso e ganho de peso entre as aves, pois os pesos médios encontrados dos frangos de linhagens atuais e das aves caipira foram de 2.610 g e 1.670 g,

respectivamente. Neste estudo, o peso médio da linhagem Cobb® 500 foi 2.650 g e da linhagem Ross® 308 foi 2.700 g, portanto, embora a linhagem Ross® 308 tenha apresentado maior peso, este valor não foi discrepante ao da linhagem Cobb® 500.

Ao avaliar o *gait score* em frangos de corte machos e fêmeas das linhagens Cobb® e Ross®, criados em cama nova de maravalha ou casca de arroz, Bernardi (2011) notou que apenas o sexo influenciou o modo de caminhar das aves, sendo que os machos apresentaram pior *gait score*.

A suplementação com vitamina D (25-OHD₃) não influenciou ($p>0,05$) o *gait score* das aves. Em estudos realizados recentemente, Collet (2013) também observou que a suplementação com vitamina D₃ e 25-OHD₃ não influenciou o modo como as aves caminharam. Provavelmente isto tenha ocorrido devido ao fato de que a ave que não caminha, por exemplo, não necessariamente está acometida com distúrbios ósseos e locomotores. Até porque o *gait score* foi proposto por Kestin et al. (1992) para estimar o bem-estar das aves, pois se elas apresentam dificuldade para andar, independentemente do motivo, suas liberdades estão comprometidas. No entanto, diante das funções da vitamina D (25-OHD₃) esperava-se ser possível observar melhora no *gait score* de frangos de corte suplementados.

Rendimento de Carcaça e Partes

Não houve diferença ($p>0,05$) entre sexo, linhagem e suplementação para o rendimento de carcaça, dorso e asas, conforme Tabela 6. Outros autores (Carvalho et al., 2009) também não encontraram diferença entre os sexos para o rendimento de carcaça. Em estudos anteriores Loddi et al. (2000) avaliaram a influência do sexo no rendimento de carcaça e partes de frangos de corte da linhagem Ross® e também não encontraram diferença quanto ao rendimento de dorso, porém o rendimento de carcaça e de asas foi maior para as fêmeas.

A suplementação de frangos de corte da linhagem Cobb® 500 com vitamina D (0,0700 e 0,0875 mg / kg de ração) provenientes de duas formas (D₃ e 25-OHD₃) e combinação das duas formas (60% de vitamina D₃ e 40% de 25-OHD₃) não resultou em diferença no rendimento de carcaça em estudos realizados por Mesquita (2012). Recentemente Vietes et al. (2014) também não encontraram diferença para o rendimento de carcaça e asas, em machos Cobb® suplementados com níveis (0,0; 0,005; 0,001; 0,015 0,0015; 0,0020 e 0,0025 mg) de 25-OHD₃ / kg de ração. Estes resultados corroboram com os encontrados neste estudo para estas características.

Entre as linhagens Ross® 308 e Cobb® 500, Moreira et al. (2004) não encontraram diferença para o rendimento de carcaça e asas, mas o rendimento de dorso foi maior para a Ross®

308. De modo similar, Vieira et al. (2007) não encontraram diferenças entre Cobb e Ross para estas características. Estes resultados assemelham-se em parte aos encontrados neste estudo.

Tabela 6 Rendimento de carcaça, peito, dorso, asas e pernas, expressos em porcentagem, de frangos de cortes machos e fêmeas, das linhagens Cobb® 500 e Ross® 308, suplementados ou não com vitamina D (25-OHD₃).

Suplementados ou não com Vitamina D (25-OH-D3):						
Sexo	Linhagem		Média	Suplementação		Média
	Cobb® 500	Ross® 308		0 mg/t	69 mg/t	
Rendimento de Carcaça			Rendimento de Carcaça			
Macho	75,47	74,63	75,05	75,26	74,84	75,02
Fêmea	74,75	75,32	75,03	75,36	74,71	75,03
Média	75,11	74,97		75,31	74,77	
Rendimento de Peito			Rendimento de Peito			
Macho	37,37	36,02	36,69	35,98 Bb	37,40 Aa	36,68
Fêmea	40,52	37,59	39,05	39,61 Aa	38,51 Aa	39,03
Média	38,95 a	36,80 b		37,79	37,95	
Rendimento de Dorso			Rendimento de Dorso			
Macho	20,07	20,03	20,05	20,22	19,90	20,05
Fêmea	20,26	20,29	20,27	19,88	20,67	20,27
Média	20,17	20,16		20,05	20,28	
Rendimento de Asas			Rendimento de Asas			
Macho	11,10	11,43	11,26	11,07	11,46	11,26
Fêmea	11,28	11,22	11,25	11,13	11,37	11,24
Média	11,19	11,32		11,10	11,41	
Rendimento de Pernas			Rendimento de Pernas			
Macho	29,52	30,92	30,22	30,57	29,87	30,26 A
Fêmea	28,28	28,92	28,60	28,69	28,51	28,60 B
Média	28,90 b	29,92 a		29,63	29,19	

Probabilidade

REN	S	L	Sup	S*L	S*Sup	L*Sup	S*L*Sup	CV (%)
CAR	0,9724	0,7642	0,2538	0,1359	0,8042	0,6223	0,3615	4,17
PEI	< 0,0001	< 0,0001	0,7107	0,0694	0,0039	0,0854	0,6949	8,90
DOR	0,5335	0,9890	0,5304	0,9317	0,1179	0,9523	0,9217	11,92
ASA	0,9524	0,5923	0,2385	0,4590	0,7749	0,6121	0,4536	15,40
PER	< 0,0001	0,0117	0,2669	0,3404	0,5099	0,1739	0,4243	9,59

Para cada fonte de variação, médias seguidas de letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

S = sexo; L = linhagem; Sup = suplementação; REN = rendimento (%); CAR = carcaça; PEI = peito; DOR = dorso; ASA = asas; PER = pernas; CV = coeficiente de variação (%).

Houve diferença ($p < 0,05$) entre linhagens para o rendimento de peito com maior valor para a linhagem Cobb® 500. Constatou-se interação ($p < 0,05$) entre sexo e suplementação, sendo que os machos não suplementados apresentaram menor rendimento que os suplementados e as fêmeas não suplementadas apresentaram maior rendimento de peito que os machos também não suplementados.

Resultados encontrados na literatura mostram maior porcentagem de peito para as fêmeas (Mendes et al., 2004; Santos et al., 2005), que apresentam também maior porcentagem de pele (Mendes et al., 2004), o que contribui para o aumento no peso desta parte.

Quanto aos efeitos da suplementação com vitamina D sobre o rendimento de peito de frangos de corte, há indícios de que o metabólito 25-OHD₃ esteja relacionado à proliferação e ativação das células satélite, envolvidas no processo de hipertrofia muscular. Entretanto, em nosso estudo o aumento no rendimento de peito foi observado apenas em uma linhagem o que está em desacordo com a afirmativa anterior, corroborando com os achados de Vietes et al. (2014) e Mesquita (2012) que não encontraram aumento no rendimento de peito com a suplementação de vitamina D.

Para o rendimento de pernas houve diferença ($p < 0,01$) entre sexos com superioridade para os machos, em acordo com os achados de Santos et al. (2005) e para a linhagem Ross[®] 308. O menor rendimento de peito obtido pelos machos refletiu em maior rendimento de pernas pelos mesmos.

Também houve diferença ($p < 0,05$) entre linhagens para o rendimento de pernas. A linhagem Ross[®] 308 apresentou maior rendimento desta parte, ao contrário dos resultados obtidos por Olmos (2008) e por Vieira et al. (2007) avaliando as linhagens Cobb e Ross.

Não houve diferença ($p > 0,05$) entre aves suplementadas ou não com vitamina D (25-OHD₃) para o rendimento de pernas. Resultados semelhantes foram obtidos por Michalczuk et al. (2010). Estes autores suplementaram frangos de corte machos e fêmeas da linhagem Cobb[®] 500 com formas e combinações de vitamina D (4000 UI de vitamina D₃; 2500 UI de vitamina D₃ e 1500 UI de 25-OHD₃; 1240 UI de vitamina D₃ e 2760 UI de 25-OHD₃) e notaram que o rendimento de pernas não foi influenciado pela suplementação. Outros autores (Souza et al., 2013) também não encontraram diferença entre os níveis 0,0; 0,001; 0,002; 0,003; 0,004 e 0,005 mg de 25-OHD₃ / kg de ração.

CONCLUSÃO

A suplementação com vitamina D (25-OHD₃) não influenciou os índices produtivos e o *gait score* de frangos de corte.

REFERÊNCIAS

Almeida Paz ICL. Problemas locomotores e técnicas de mensuração. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas; 2008; Santos, São Paulo. Brasil. p.57-68.

Almeida Paz ICL, Garcia RG, Bernardi R, Nääs IA, Caldara FR, Freitas LW, Seno LO, Ferreira VMOS, Pereira DF, Cavichiolo F. Selecting appropriate bedding to reduce locomotion problems in broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science* 2010; 12:189-95.

Alves MCF, Almeida Paz ICL, Nääs IA, Garcia RG, Caldara FR, Seno LO, Baldo GAA, Amadori MS. Condição de equilíbrio e forma de caminhar em frangos de corte. *Anuário 2014 da Avicultura Industrial* 2013a; (11):90-5.

Alves MCF. Condição de equilíbrio e problemas locomotores em frangos de corte. [Dissertação]. Dourados (MS): Universidade Federal da Grande Dourados; 2013b.

Arruda JNT. Desempenho produtivo, rendimento de carcaça e bem-estar animal em frangos de corte de diferentes linhagens e densidades de alojamento. [Dissertação]. Dois Vizinhos (PR): Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2013.

Bernardi R. Problemas locomotores em frangos de corte. [Dissertação]. Dourados (MS): Universidade Federal da Grande Dourados; 2011.

Brickett KE, Dahiya JP, Classen HL, Annett CB, Gomis S. The impact of nutrient density, feed form, and photoperiod on the walking ability and skeletal quality of broiler chickens. *Poultry Science* 2007; 86:2117-25.

Bresne C. Suplementação da vitamina D₃ (colecalfiferol) e 25-OHD₃ (25-hidroxi-colecalfiferol) e problemas locomotores e qualidade óssea em frangos de corte. [Dissertação]. Botucatu (SP): Universidade Estadual Paulista; 2013.

Brito JAG. Vitamina D₃ e 25-hidroxi-colecalfiferol (25-OHD₃) em rações de frangos de corte. [Tese]. Lavras (MG): Universidade Federal de Lavras; 2008.

Brito JAG, Beterchini AG, Fassani EJ, Rodrigues PB, Lima EMC, Meneghetti C. Efeito da vitamina D₃ e 25-hidroxicolecalfiferol sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e a morfologia intestinal de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2010; 39: 2656-63.

Carvalho JCC, Bertechini A. G.; Fassani, E. J.; RodrigueS, P. B.; Pereira, R. A. N. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com complexos enzimáticos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2009; 38(2):292-8.

Chou SH, Chung TK, Yu B. Effects of supplemental 25-hydroxycholecalciferol on growth performance, small intestinal morphology, and immune response of broiler chickens. *Poultry Science* 2009; 88(11):2333-41.

Collet S. Características ósseas de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de vitamina D. [Dissertação]. Dourados (MS): Universidade Federal da Grande Dourados; 2013.

Fernandes BCS, Martins MRFB, Mendes AA, Almeida Paz, ICL, Komiyama CM, Milbradt EL, Martins BB. Locomotion problems of broiler chickens and its relationship with the gait score. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2012; 41(8):1951-5.

Flemming JS, Janzen SA, Endo MA. Teste com linhagens comerciais de frango de corte - avaliação dos parâmetros zootécnicos. *Archives of Veterinary Science* 1999; 4(1):57-9.

Fritts CA, Waldroup PW. Comparasion of cholecalciferol and 25-hydroxycholecalciferol in broilers diets designed to minimize phosphorus excretion. *Journal Applied Poultry Research* 2005; 14(1):156-66.

Hill KJ. The structure of the alimentary tract. In: Bell DJ, Freeman B M. *Physiology and beochem of domestic fowl*. London: Academic Press; 1971. p. 1-23.

Kestin SC, Knowles TG, Tinch AE, Gregory NG. Prevalence of leg weakness in broiler chickens and its relationship with genotype. *Veterinary Record* 1992; 131:190-4.

Kestin SC, Su G, Sørensen P. Different commercial broiler crosses have different susceptibilities to leg weakness. *Poultry Science* 1999; 78:1085-90.

Lindenmaiker P, Kare MR. Effect of particle size of grains in performance of broilers. *Poultry Science* 1959; 38:545-50.

Loddi MM, Gonzales E, Takita TS, Mendes AA, Roça RO. Uso de probiótico e antibiótico sobre o desempenho, o rendimento e a qualidade de carcaça de frangos de corte. *Revista brasileira de Zootecnia* 2000; 29(4):1124-31.

Martins JMS, Fernandes EA, Litz FH, Carvalho CMC, Silva MCA, Moraes CA, Silveira MM, Sousa MR. Desempenho de três linhagens de frangos de corte de crescimento rápido. *Veterinária Notícias* 2014; 20(1):37-43.

Mendes AA, Moreira J, Oliveira EG, Garcia EA, Almeida MIM, Garcia RG. Efeitos da Energia da Dieta sobre Desempenho, Rendimento de Carcaça e Gordura Abdominal de Frangos de Corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2004; 33(6):2300-7.

Mesquita FR. Níveis e formas de vitamina D em rações ara frangos de corte. [Tese]. Lavras (MG): Universidade Federal de Lavras; 2012.

Michalczuk M, Pietrzak D, Niemiec J, Mroczek J. Effectiveness of vitamin D₃ and calcidiol (25-OH-D₃) application in feeding broiler chickens – production performance and meat quality. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 2010; 60(2):121-6.

Moreira J, Mendes AA, Roça RO, Garcia EA, Nääs IA, Garcia RG, Almeida Paz ICL. Efeito da densidade populacional sobre desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne em frangos de corte de diferentes linhagens comerciais. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2004; 33(6):1506-19.

Moro DN, Zanella I, Figueiredo EAP, Silva JHS. Desempenho produtivo de quatro linhagens de frangos de corte. *Ciência Rural* 2005; 35(2):446-9.

Nääs IA. Princípios de bem-estar animal e sua aplicação na cadeia avícola. Campinas; 2008. (Palestra).

Olmos AR. Respostas de frangos de corte fêmeas de duas linhagens a dietas com diferentes perfis protéicos ideais. [Dissertação]. Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2008.

Protocolo de bem-estar para frangos e perus. Disponível em: <http://www.avisite.com.br/legislacao/anexos/protocolo_de_bem_estar_para_frangos_e_perus.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2014.

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT, Euclides RF. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3 ed. Viçosa (MG): UFV, DZO; 2011.

Santos AL, Sakomura NK, Freitas ER, Fortes CMLS, Carrilho ENVM, Fernandes JBK. Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2005; 34(5):1589-98.

SAS Institute. SAS Use1s Guide. Cary (NC): SAS Institute Inc.; 2004.

Souza CS, Vieites FM, Vasconcellos CHF, Calderano AA, Nunes RV, Ferreira CM, Pereira TVS, Moraes GHK. Suplemento de 1,25 dihidroxicolecalciferol e redução de cálcio e fósforo disponível para frangos de corte. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia* 2013; 65(2):519-25.

Stringhini JH, Laboissière M, Muramatsu K, Leandro NSM, Café MB. Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte criadas em Goiás. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2003; 32(1):183-90.

Torres CA, Vieira SL, Reis RN, Ferreira AK, Silva PX, Furtado FVF. Desempenho produtivo de reprodutoras de frangos de corte sob suplementação com 25-hidroxicolecalciferol. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2009; 38(7):1286-90.

União Brasileira de Avicultura. Relatório anual. 2014. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/8ca705e70f0cb110ae3aed67d29c8842.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2014.

Venalainen E, Valaja J, Jalava T. Effects of dietary metabolisable energy, calcium and phosphorus on bone mineralisation, leg weakness and performance of broiler chickens. *British Poultry Science* 2006; 47:301-10.

Vieira SL, Olmos AR, Berres J, Freitas DM, Coneglian JLB, Peña JEM. Respostas de frangos de corte fêmeas de duas linhagens a dietas com diferentes perfis protéicos ideais. *Ciência Rural* 2007; 37(6):1753-9.

Vieites FM, Nalon RP, Santos AL, Branco PAC, Souza CS, Nunes RV, Calderano AA, Arruda NVM. Desempenho, rendimento de carcaça e cortes nobres de frangos de corte alimentados com rações suplementadas com *Solanum glaucophyllum*. *Semina: Ciências Agrárias* 2014; 35(3):1617-26.

Yarger JG, Quarles CL, Hollis BW, Gray RW. Safety of 25-hydroxycholecalciferol in poultry rations. *Poultry Science* 1995; 74(9):1437-46.

CAPÍTULO 3**QUALIDADE ÓSSEA DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM
VITAMINA D (25-OHD₃)**

QUALIDADE ÓSSEA DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM VITAMINA D (25-OHD₃)

RESUMO

O experimento foi realizado com objetivo de avaliar a qualidade óssea de frangos de corte suplementados ou não com vitamina D (25-OHD₃), bem como correlacionar as características avaliadas. Objetivou-se também avaliar a influência do armazenamento sobre a frequência de síndrome do osso negro (SON). Para isto, foram utilizados 2.400 frangos de corte distribuídos em delineamento em blocos casualizados alocado em esquema fatorial 2x2x2 (machos e fêmeas, linhagens Cobb[®] 500 e Ross[®] 308, suplementados ou não com 69 mg de 25-OHD₃ / t de ração), totalizando oito tratamentos com seis repetições de 50 aves cada. As características avaliadas foram índice Seedor (IS), resistência óssea (RO), porcentagem de cinzas (PC), teores de minerais (Ca, P e Mg) e avaliação da SON. Ainda no abatedouro, as coxas de cada ave foram armazenadas em temperatura de 4°C por 72 horas ou -10°C por 48 horas. As tíbias direitas foram secas em estufa, pesadas e medidas quanto ao comprimento (obtenção do índice Seedor) e avaliadas quanto à resistência (kgf). Para obtenção do valor de cinzas, os ossos foram pesados após avaliação de resistência óssea, levados à mufla por 24 horas e pesados novamente. As cinzas ósseas foram trituradas para determinação da porcentagem de cálcio (Ca), fósforo (P) e magnésio (Mg). As coxas esquerdas foram assadas e avaliadas macroscopicamente quanto à SON. Correlacionaram-se as características estudadas e o *gait score* avaliado aos 41 dias de criação. Houve diferença entre os sexos para IS e RO com maiores valores para os machos. Entre as linhagens houve diferença apenas para o IS, que foi maior para a linhagem Ross[®] 308. Houve interação entre linhagem e suplementação para a porcentagem de cinzas, sendo que as aves Cobb[®] 500 não suplementadas foram inferiores às suplementadas e às Ross[®] 308 também não suplementadas. Não houve correlação alta entre as características ósseas. Conclui-se que a suplementação com vitamina D (25-OHD₃) não influenciou a qualidade óssea. Não houve correlação positiva entre o GS e características ósseas. A frequência de SON foi influenciada pelo armazenamento, sendo a maior ocorrência desta síndrome observada em coxas congeladas.

Palavras-Chave: correlação, índice Seedor, resistência óssea, síndrome do osso negro, teores de minerais

BONE QUALITY OF BROILERS SUPPLEMENTED WITH VITAMIN D (25-OHD₃)

ABSTRACT

The experiment was conducted with the goal of evaluating the bone quality of broilers supplemented or unsupplemented with vitamin D (25-OHD₃), and correlate the characteristics evaluated. Also aimed to evaluate the influence of storage about frequency of black bone syndrome (BBS). For this, were used 2400 broilers distributed in design randomized blocks allocated in a 2x2x2 factorial arrangement (males and females, strains Cobb[®] 500 and Ross[®] 308, supplemented or unsupplemented with 69 mg de 25-OHD₃ / t of ration), eight treatments with six replicates of 50 birds each. The characteristics evaluated were index Seedor (IS), bone strength (BS), percentage of ash (PA), mineral contents (Ca, P and Mg) and evaluation of BBS. Also in the slaughterhouse, the thighs of each bird were stored in temperature of 4°C by 72 hours or -10°C by 48 hours. The right tibia were oven dried, weighed and measured for length (obtaining index Seedor) and evaluation of resistance (kgf). To obtain of ash value, the bones were weighed after evaluation of strength bone, taken muffle by 24 hours and reweighed. The bone ash were crushed for determination of percentage calcium (Ca), phosphorus (P) and magnesium (Mg). The left tibias were baked and evaluated macroscopically for the BBS. The correlated characteristics studied and gait score evaluated 41 days of creation. There was difference between sexes for IS and BS with higher values for males. Between strains there was difference only for IS, that was higher for strain Ross[®] 308. There was interaction between strain and supplementation for percentage of ash, and the Cobb[®] 500 unsupplemented were lower the supplemented and Ross[®] 308 also unsupplemented. There was no correlation higher between bone characteristics. We conclude that supplementation with vitamin D (25-OHD₃) did not influence the bone quality. There was no positive correlation between GS and bone characteristics. The frequency of BBS was influenced by stored, with an increased occurrence of this syndrome observed in frozen thighs.

Keywords: correlation, index Seedor, bone strength, black bone syndrome, mineral contents

INTRODUÇÃO

A locomoção das aves depende não apenas do bom funcionamento muscular, mas também das propriedades mecânicas e químicas dos ossos (Jamroz et al., 2004). O osso está intimamente relacionado ao crescimento do animal e passa por adaptações constantes na sua constituição, podendo estar hipertrofiado quando é mais exigido, ou atrofiado quando em desuso (Barbosa et al., 2010).

Alguns fatores são associados às diferenças na qualidade óssea, tais como sexo (Rath et al., 1999), idade (Yalçin et al., 2001), taxa de crescimento (Leterrier, 1998), cruzamentos comerciais, nutrição (Borgatti et al., 2009) e temperatura ambiente (Bruno et al., 2007). A qualidade do osso é pode ser avaliada por meio da densitometria óssea (Almeida Paz et al., 2009), composição mineral óssea, resistência do osso à quebra, índice Seedor (Seedor, 1995) e porcentagem de cinzas.

O teor de minerais dos ossos dos frangos de corte atualmente reduziu em comparação aos frangos de corte de 14 anos atrás (Korver, 2010) e, em consequência, tem-se observado aumento da porosidade do osso cortical nas aves. Ossos frágeis ou porosos levam ao extravasamento de sangue da medula óssea para a carne adjacente ao osso, deixando a coloração da mesma marrom escura, cinza ou preta. O escurecimento causado na carne é chamado de síndrome do osso negro e vem sendo relatado com frequência nos últimos anos, independentemente da procedência dos produtos (Lyon e Lyon, 2002; Saunders-Bladers e Korver, 2006).

Esta patologia afeta cerca de 30% das coxas e sobrecoxas de frangos de corte (Dutch State Mines, 2008) e sua incidência é agravada pelo processo de congelamento, um dos métodos de conservação disponíveis para aumentar a vida útil dos alimentos. Isto ocorre, pois o congelamento leva a formação de cristais de gelo que rompem as células da medula óssea causando maior extravasamento de sangue na carne (Lyon e Lyon, 2002; Saunders-Bladers e Korver, 2006).

Assim, a síndrome do osso negro tem implicações na qualidade da carne (Whitehead, 2010), fato indesejável já que a qualidade da carcaça e da carne de frangos é cada vez mais exigida, em função de uma série de mudanças no hábito de consumo, como cortes e desossa da carne, para atender o mercado de produtos de rápido preparo (Castillo, 2001).

Com a comercialização de partes da carcaça e de carne desossada, parte dos defeitos na carne tornou-se aparente e as características sensoriais de cada corte, como aparência e maciez, puderam ser melhor percebidas e reconhecidas pelo consumidor (Beraquet, 1999). A aparência da carne é uma das primeiras características observadas pelos consumidores, sendo a cor um importante atributo de qualidade que influencia a aceitação na compra de carne de frango. Os

consumidores normalmente rejeitam produtos que não apresentem a cor normal esperada (Qiao et al., 2002; Fanatico et al., 2005).

Como alternativa para melhorar a formação óssea a suplementação de vitamina D₃ tem sido alvo de muitas pesquisas nos últimos anos, devido a sua importante função na mineralização óssea (Jones e Twomey, 2008) e inúmeras contribuições no organismo.

A forma prontamente assimilável da vitamina D₃ é 1,25-OHD₃ e, no entanto, as aves jovens possuem dificuldade em realizar esta conversão (Macari et al., 2008). Hoje estão disponíveis no mercado alguns metabólitos formados à partir da vitamina D para uso na alimentação animal, entre eles o 25-OHD₃. O propósito destes produtos é disponibilizar a vitamina D mais ativa, de modo que ocorra diminuição nos gastos energéticos com a metabolização da vitamina e aumento da eficiência no organismo (Garcia, 2012).

Resultados satisfatórios têm mostrado que a adição do metabólito comercial 25-OHD₃ em dietas de aves melhora a formação do esqueleto, osso, absorção de cálcio e fósforo, desenvolvimento muscular e resposta imune (Dutch State Mines, 2008). Sendo assim, estudos mostraram que a qualidade óssea também pode ser melhorada, pois altos níveis de vitamina D₃ diminuem a incidência de anomalias ósseas em pintos (Silva et al., 2001; Whitehead et al., 2004) e problemas de perna em frangos de corte (Rama Rao et al., 2006).

Diante do exposto a condução deste estudo teve como objetivo avaliar a qualidade óssea de frangos de corte suplementados ou não com vitamina D (25-OHD₃), bem como correlacionar as características avaliadas. Objetivou-se também avaliar a influência do armazenamento sobre a frequência de síndrome do osso.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP / Câmpus de Botucatu, na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMVZ, no Setor de Avicultura localizado na latitude 22° 49’ 07” S e longitude 48° 24’ 40” W. O período de execução foi de janeiro à março de 2014, sob aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da FMVZ, protocolo 96/2013-CEUA.

Aves, Delineamento Experimental e Arraçoamento

Para o estudo foram utilizados 2.400 frangos de corte das linhagens Cobb[®] 500 e Ross[®] 308, sexados, adquiridos com um dia de idade e distribuídos igualmente entre os tratamentos. As aves foram vacinadas no incubatório contra as doenças Marek, Gumboro, Bronquite e Bouba.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados alocado em esquema fatorial 2x2x2 (machos e fêmeas, das linhagens Cobb[®] 500 e Ross[®] 308, suplementados ou não com 25-OHD₃). Assim, totalizaram-se oito tratamentos, sendo eles: T1 - Cobb[®] 500 macho não suplementado; T2 – Cobb[®] 500 fêmea não suplementada; T3 - Cobb[®] 500 macho suplementado com 25-OHD₃; T4 – Cobb[®] 500 fêmea suplementada com 25-OHD₃; T5 - Ross[®] 308 macho não suplementado; T6 - Ross[®] 308 fêmea não suplementada; T7 - Ross[®] 308 macho suplementado com 25-OHD₃; T8 – Ross[®] 308 fêmea suplementada com 25-OHD₃; com seis repetições de 50 aves cada.

O arraçamento foi dividido em três fases, sendo inicial de 1 a 21 dias de criação, crescimento de 22 a 35 dias de criação e final de 36 a 42 dias de criação. As rações, preparadas e armazenadas em sala isenta de luz solar direta, foram formuladas à base de milho e farelo de soja, seguindo as exigências nutricionais de cada fase de criação, adaptado de Rostagno et al. (2011). Além dos níveis de vitamina D₃ dos suplementos vitamínicos, foram adicionados 69 mg (equivalente à 2.760 UI / kg de ração) de 25-OHD₃ / t de ração nos tratamentos suplementados (Tabela 1). A ração e água foram fornecidas *ad libitum*.

Amostragem

Aos 43 dias de criação, 182 aves foram levadas ao abatedouro experimental onde foram abatidas por metodologia semelhante à comercial (insensibilização por eletronarcose e em seguida abate por corte de veia jugular e artérias carótidas). O número de aves variou nos tratamentos em função do *gait score*: T1 = 21; T2 = 22; T3 = 26; T4 = 20; T5 = 24; T6 = 21; T7 = 26; T8 = 22. Destas aves retiraram-se as coxas que foram embaladas separadamente, identificadas e armazenadas em temperatura de 4°C (refrigeradas) por 72 horas ou -10°C (congeladas) por 48 horas, de acordo com a distribuição dos tratamentos. As amostras congeladas, após 48 horas, foram descongeladas em geladeira por 24 horas.

Características Avaliadas

As coxas direitas foram desossadas e os ossos colocados em bandejas de alumínio, secos em estufa de ventilação forçada à 105°C por 24 horas e levados ao dessecador até atingirem a temperatura ambiente. O peso do osso foi obtido com o auxílio de uma balança analítica com precisão de 0,01 gramas e seu comprimento com o auxílio de um paquímetro digital. O índice Seedor foi obtido ao dividir-se o peso do osso por seu comprimento, conforme proposto por Seedor (1995).

Os ossos foram submetidos também à avaliação de resistência óssea por meio da análise de *Shear Force*, utilizando o aparelho *Texture Analyser* TA. XT Plus e sonda *Blade Set* HDP/BS regulado com velocidade de 4 mm/s no *pre test* e distância de 10 mm. Este aparelho foi adaptado para permitir o vão livre da diáfise do osso em 6,0 cm impossibilitando que o comprimento do osso influenciasse nos resultados. Os resultados foram expressos em quilograma força (kgf).

Para obtenção do valor de cinzas, os ossos foram colocados em cadinhos de porcelana e pesados novamente, já que os pesos podem ser alterados após a avaliação de resistência óssea devido à quebra. A preparação dos cadinhos consistiu em numeração, lavagem com água destilada, secagem em estufa por 24 horas, resfriamento em dessecador e pesagem. O peso do osso foi obtido pela diferença entre o peso do osso + cadinho e o peso do cadinho. Posteriormente, os cadinhos com ossos foram levados à mufla em temperatura de 600°C por 24 horas, colocados no dessecador e pesados novamente. O peso das cinzas foi obtido pela diferença entre o peso da cinza + cadinho e o peso do cadinho. A porcentagem de cinzas ósseas foi obtida pela fórmula:

$$\text{Porcentagem de Cinzas Ósseas} = (\text{Peso da Cinza (g)} / \text{Peso do Osso (g)}) \times 100$$

Estas cinzas ósseas foram trituradas para determinação da porcentagem de cálcio (Ca), fósforo (P) e magnésio (Mg). Os teores de Ca e Mg foram obtidos por espectrofotometria de absorção atômica e o teor de P por colorimetria do metavanadato (fósforo total). Ambas metodologias seguiram os procedimentos propostos por Malavolta et al. (1997).

As coxas esquerdas foram assadas em forno industrial para cozimento até atingir a temperatura interna de 95°C (adaptado de Honikel, 1998). Após assadas, as amostras foram submetidas à avaliação macroscópica do escurecimento da carne (síndrome do osso negro), atribuindo-se escores referentes à sua aparência (Garcia et al., 2012), classificando-as em aceitável (região próxima ao osso sem escurecimento) (Figura 1A), intermediário (região próxima ao osso pouco escurecida) (Figura 1B) ou inaceitável (região próxima ao osso com escurecimento muito acentuado) (Figura 1C).

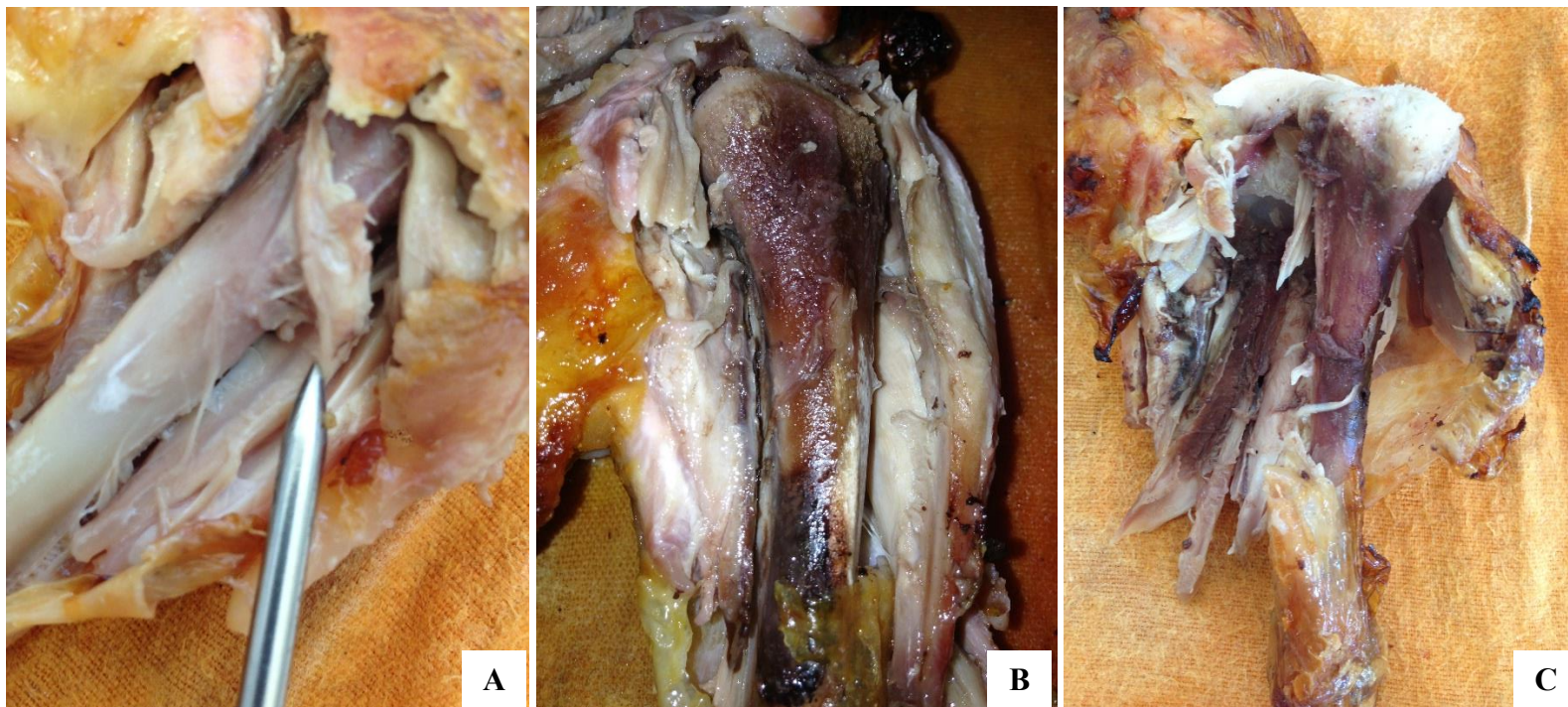


Figura 1 Avaliação macroscópica do escurecimento da carne (síndrome do osso negro). Em A: aceitável (região próxima ao osso sem escurecimento). Em B: intermediário (região próxima ao osso pouco escurecida). Em C: inaceitável (região próxima ao osso com escurecimento muito acentuado).

Correlação

Para correlação, avaliou-se o *gait score* das aves conforme metodologia descrita por Almeida Paz (2008) e foram selecionadas aves para abate de acordo com o mesmo. Também obtiveram-se o peso vivo e da carcaça das aves. Assim, correlacionaram-se as características *gait score*, peso vivo, peso da carcaça e características ósseas das tíbias de frangos de corte machos e fêmeas, das linhagens Cobb® 500 e Ross® 308, suplementados ou não com vitamina D (25-OHD₃).

Análise Estatística

Os resultados obtidos foram avaliados utilizando-se programa estatístico SAS 9.2 (2004). Os dados de resistência óssea, porcentagem de cinzas e teores de minerais (Ca, P e Mg) foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey no nível de significância de 5%.

Para os dados não paramétricos (síndrome do osso negro e armazenamento sobre a síndrome do osso negro), admitiu-se que não foram atendidas as pressuposições do modelo estatístico (normalidade e homogeneidade). Assim, aplicou-se o teste exato de Fisher ao nível de 5% de significância.

O teste de Spearman no nível de significância de 5% foi utilizado para correlação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Qualidade Óssea

Houve diferença ($p < 0,01$) entre os sexos para as características índice Seedor e resistência óssea (Tabela 1). Assim, os machos apresentaram ossos mais densos e mais resistentes à quebra. A resistência óssea e o índice Seedor estão intimamente relacionados e são mensurações de qualidade óssea (Almeida Paz et al., 2009).

Em acordo com os resultados deste estudo Gomes et al. (2004) constataram efeito de sexo sobre a resistência óssea à quebra, onde os machos apresentaram maiores valores que as fêmeas. A maior resistência óssea dos machos parece ser encontrada a partir dos 21 dias de idade, de acordo com os achados de Runho et al. (2001).

Também Mendes et al. (2004) verificaram que os ossos da perna dos machos são mais pesados que das fêmeas, o que pode explicar a diferença no índice Seedor. Os machos apresentam também ossos mais grossos que das fêmeas, o que os torna mais resistentes à quebra, o que encontra-se em acordo com Bresne (2013) que verificou que o índice Seedor e a

resistência óssea tem relação com o peso dos frangos vivos, quanto mais pesada a ave, maiores os valores destes parâmetros. Assim, os machos tendem a serem superiores às fêmeas.

Tabela 1 Médias das características índice Seedor, resistência óssea, porcentagem de cinzas e teores de minerais (cálcio, fósforo e magnésio) da tíbia de frangos de corte machos e fêmeas, das linhagens Cobb[®] 500 e Ross[®] 308, suplementados ou não com vitamina D (25-OHD₃).

	Sexo		Linhagem		Suplementação	
	Macho	Fêmea	Cobb [®] 500	Ross [®] 308	0 mg/t	69 mg/t
IS	0,22 a	0,18 b	0,19 b	0,21 a	0,20 a	0,19 b
RO	32,51 a	27,50 b	28,99	31,02	29,42	30,59
PC	23,48	22,73	23,23	24,23	22,63	24,83
TCa	36,41	36,18	36,35	36,25	36,60	36,00
TP	15,87	15,44	15,35	15,97	16,01	15,31
TMg	0,72	0,70	0,71	0,70	0,71	0,70

	Probabilidade							CV (%)
	S	L	Sup	S*L	S*Sup	L*Sup	S*L*Sup	
IS	< 0,001	0,0011	0,0241	0,2277	0,1914	0,2243	0,8748	11,51
RO	< 0,0001	0,0148	0,2876	0,5630	0,9917	0,8576	0,0651	11,04
PC	0,5778	0,2589	0,0171	0,40191	0,8117	0,0173	0,2634	7,94
TCa	0,8060	0,9164	0,5736	0,4843	0,8566	0,5154	0,1746	2,66
TP	0,9829	0,3404	0,2841	0,5029	0,5699	0,3560	0,4688	4,53
TMg	0,1183	0,5860	0,6082	0,6462	0,3560	0,8236	0,9033	2,39

Médias seguidas de letras diferentes, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

IS = índice Seedor; RO = resistência óssea (kgf); PC = porcentagem de cinzas; TCa = teor de cálcio; TP = teor de fósforo; TMg = teor de magnésio; CV = coeficiente de variação.

Houve diferença ($p < 0,05$) entre linhagens para o índice Seedor, sendo que os ossos mais densos (maior índice Seedor) foram os da linhagem Ross[®] 308. Esta diferença entre linhagens pode estar relacionada ao potencial genético das aves, que influencia o crescimento de ossos longos.

Pode-se observar que as aves suplementadas com vitamina D (25-OHD₃) apresentaram menor ($p < 0,05$) índice Seedor que as não suplementadas, sendo a suplementação insatisfatória, pois quanto menor o índice Seedor, menos denso é o osso. Em seu estudo Bresne (2013) suplementou machos da linhagem Cobb[®] com níveis e formas de vitamina D (D₃ e 25-OHD₃) e observou que o aumento da dosagem de vitamina D, independente da fonte utilizada, não foi um fator determinante para afetar o crescimento, peso e, portanto, o índice Seedor dos fêmures das aves.

A porcentagem de cinzas é utilizada como parâmetro de qualidade, pois é um bom indicador de mineralização óssea (Gomide, 2010) e segundo Gous et al. (1999) apresenta pouca variação entre linhagens, entretanto, neste estudo constatou-se interação ($p < 0,05$) entre linhagem

e suplementação para porcentagem de cinzas (Tabela 2). A porcentagem de cinzas das aves não suplementadas da linhagem Cobb® 500 foi menor que das aves da mesma linhagem suplementadas com vitamina D (25-OHD₃) e que a linhagem Ross® 308 também não suplementadas. Neste caso, a suplementação com vitamina D (25-OHD₃) foi favorável para as aves da linhagem Cobb® 500, proporcionando aumento das cinzas ósseas. Os efeitos da suplementação com vitamina D (25-OHD₃) seriam mais confiáveis se ocorressem em efeitos isolados.

Tabela 2 Desdobramento da interação entre linhagem e suplementação para a porcentagem de cinzas.

Cinzas:		Suplementação		Média
Linhagem	0 mg/t	69 mg/t		
Porcentagem de Cinzas				
Cobb® 500	21,04 Bb	25,42 Aa	23,23	
Ross® 308	24,23 Aa	24,24 Aa	24,23	
Média	22.63	24.83		

Para cada fonte de variação, médias seguidas de letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em estudos realizados por Bresne (2013) a suplementação com a combinação das fontes D₃ [níveis que variaram entre 2.375 à 5.575 (0,059 mg à 0,139) / kg de ração] e 25-OHD₃ [níveis que variaram entre 1.400 UI à 2.800 UI (0,035 mg à 0,070 mg) / kg de ração] para frangos de corte machos da linhagem Cobb® não foi um fator de influência na porcentagem de cinzas.

Para a característica resistência óssea não houve diferença ($0 > 0,05$) entre linhagens e suplementação ou não com vitamina D (25-OHD₃). Recentemente Oliveira et al. (2014) também não encontraram diferença entre linhagens (Hybro® PG, Ross® 308 e Isa Label JA® 57) para resistência óssea de machos. Quanto à suplementação, os resultados corroboram com os encontrados por Bresne (2013).

A porcentagem de cinzas não apresentou diferença ($p > 0,05$) entre os sexos. Também não houve ($p > 0,05$) diferença entre sexo, linhagem e suplementação para os teores de cálcio, fósforo e magnésio. Segundo Field (2000), o teor de cálcio, maior constituinte dos ossos, se mantém relativamente constante variando somente entre a localização anatômica dos ossos e espécies animais.

A suplementação com vitamina D em qualquer uma de suas formas, parece não estar relacionada à mineralização e fortificação dos ossos. Para Roberson et al. (2005) a explicação

está relacionada aos níveis de cálcio nas rações. Estes autores afirmam que não há efetividade do 25-OHD₃ quando os níveis de cálcio das rações estão adequados de acordo com a fase de criação em estudo.

Síndrome do Osso Negro

Não houve diferença ($p < 0,05$) entre os sexos, linhagens e suplementação para a síndrome do osso negro (Tabela 3). Estes resultados mostram que a incidência desta síndrome não está relacionada ao sexo e à linhagem das aves, contradizendo Korver (2010). O fato de a suplementação não ter influenciado a ocorrência de síndrome do osso negro mostra que a vitamina D (25-OHD₃) não foi eficiente para melhorar a porosidade e fragilidade dos ossos. No entanto, Saunders-Blades e Korver (2006) notaram redução da difusão de sangue e consequentemente melhor aspecto da carne com a adição de vitamina D₃. Recentemente, Monteiro (2013) suplementou rações para frangos de corte machos da linhagem Cobb[®] 500 com 69 mg de 25-OHD₃ / t de ração e observou que a porcentagem de coxas acometidas pela síndrome do osso negro foi menor em aves que receberam esta suplementação. Deve-se considerar que a avaliação de síndrome do osso negro é subjetiva e, assim, pode variar entre as pesquisas.

Tabela 3 Frequência (%) de síndrome do osso negro em carnes de coxas de frangos de corte machos e fêmeas, da linhagem Cobb[®] 500 e Ross[®] 308, suplementados ou não com vitamina D (25-OHD₃).

SON	Sexo		Linhagem		Suplementação	
	Macho	Fêmea	Cobb [®] 500	Ross [®] 308	0 mg/t	69 mg/t
ACE	44,33	42,35	50,56	36,56	39,77	46,81
INT	51,55	51,76	47,19	55,91	54,55	48,94
INA	4,12	5,88	2,25	7,53	5,68	4,26

ACE = aceitável; INT = intermediário; INA = inaceitável.

$p > 0,05$ pelo teste exato de Fisher.

Houve diferença ($p < 0,05$) entre os armazenamentos refrigerado e congelado para a frequência de síndrome do osso negro (Tabela 4). A refrigeração apresentou maior ($p < 0,05$) frequência de carnes consideradas aceitáveis, sem escurecimento ao redor do osso. Nas classificações intermediária e inaceitável a situação se inverteu e o congelamento aumentou ($p < 0,05$) o escurecimento da carne.

Estudando o efeito de temperaturas de armazenamento sob a coloração da carne de coxa de frangos de corte, Lyon e Lyon (2002) verificaram que as coxas quando armazenadas em temperaturas mais baixas apresentaram piora da cor da carne adjacente ao osso. Outros autores

(Spencer et al., 1961; Lyon et al., 1976) também encontraram maior escurecimento da carne para amostras congeladas.

Tabela 4 Frequência (%) de síndrome do osso negro em coxas refrigeradas ou congeladas.

Armazenamento	Classificação de Síndrome do Osso Negro		
	Aceitável	Intermediário	Inaceitável
Refrigerado	53,66 A	42,68 B	3,66 B
Congelado	35,00 B	59,00 A	6,00 A

Valores seguidos de letras minúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste exato de Fisher ($p < 0,05$).

Correlação

Avaliando os resultados, verificou-se que as correlações entre as características de carcaça foram altas, entretanto, a correlação entre as características de carcaça e índice Seedor e resistência óssea foram médias e as correlações entre as características de carcaça e síndrome do osso negro, porcentagem de cinzas, teor de cálcio, fósforo e magnésio foram inexistentes (Tabela 5). Houve baixa correlação entre o teor de magnésio e as características de carcaça e teor de magnésio e teor de cálcio. Não houve correlação entre as características resistência óssea, síndrome de osso negro, cinzas ósseas, teor de cálcio e fósforo.

Tabela 5 Correlações entre as características peso vivo, da carcaça e da perna e *gait score*, índice Seedor, resistência óssea, síndrome do osso negro, porcentagem de cinzas e teores de minerais (Ca, P e Mg) de frangos de corte.

	GS	PV	PC	PPER	IS	RO	SON	PCO	TCa	TP	TMg
GS	1,00	-	0,19*	-	-	-	-	-	-	-	-
PV		1,00	0,94*	0,82*	0,60*	0,47*	-	-	-	-	0,31**
PC			1,00	0,84*	0,60*	0,45*	-	-	-	-	0,33**
PPER				1,00	0,67*	0,49*	-	-	-	-	0,38*
IS					1,00	0,30*	-	-0,35**	-	-	-
RO						1,00	-	-	-	-	-
SON							1,00	-	-	-	-
PCO								1,00	-	-	-
TCa									1,00	-	0,31*
TP										1,00	-
TMg											1,00

GS = *Gait Score*; PV = Peso Vivo; PC = Peso da Carcaça; PPER = Peso das Pernas; IS = Índice Seedor; RO = Resistência Óssea; SON = Síndrome do Osso Negro; PC = Porcentagem de Cinzas; TCa = Teor de Cálcio; TP = Teor de Fósforo; TMg = Teor de Magnésio; - = Não Significativo; * = Correlações de Spearman ($P < 0,01$); ** = Correlações de Spearman ($p < 0,05$).

Também verificou-se que o *gait score* não foi correlacionado às características ósseas, apresentando apenas baixa associação (0,19) com o peso da carcaça. Sabe-se que o *gait score* foi proposto por Kestin et al. (1992) para estimar o bem-estar das aves e quando há associação deste

com problemas locomotores, ela é baixa (Almeida Paz et al., 2010), o que também foi observado neste estudo ao correlacionar o *gait score* à características ósseas.

O peso vivo apresentou alta correlação com o peso da carcaça (0,94), resultado esperado já que a carcaça é o maior constituinte do peso vivo. O peso vivo e do peso da carcaça apresentaram comportamento semelhante e com correlações muito próximas para o peso da perna e índice Seedor. Forte correlação positiva entre peso vivo e peso da carcaça (0,96) também foi encontrada por Silva et al. (2003) utilizando frangos de corte machos da linhagem Avian Farms. Neste estudo, os autores ainda observaram correlação do peso vivo e peso da carcaça com o peso das pernas, peito+osso+pele, peito desossado e ganho de peso.

Em um estudo anterior Chambers e Fortin (1984) encontraram correlação ainda maior (0,98) entre peso vivo e peso da carcaça de frangos de corte machos de linhagens não identificadas pelos autores.

CONCLUSÃO

A suplementação com vitamina D (25-OHD₃) não influenciou a qualidade óssea. Não houve correlação entre o *gait score* e as características ósseas. O congelamento aumentou a frequência de síndrome do osso negro em coxas de frangos de corte.

REFERÊNCIAS

- Almeida Paz, I. C. L. 2008. Problemas locomotores e técnicas de mensuração. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, Santos, São Paulo, Brasil. pp. 57-68.
- Almeida Paz, I. C. A., A. A. Mendes, A. Balog, C. M. Komiyama, S. E. Takahashi, I. C. L. Almeida, E. A. Garcia, L. C. Vulcano, A. W. Ballarin, M. C. Silva and K. F. G. Cardoso. 2009. Efeito do cálcio na qualidade óssea e de ovos de poedeiras. Arch. Zootec. 58:173-183.
- Almeida Paz, I. C. L., R. G. Garcia, R. Bernardi, I. A. Nääs, F. R. Caldara, L. W. Freitas, L. O. Seno, V. M. O. S. Ferreira, D. F. Pereira and F. Cavichiolo. 2010. Selecting appropriate bedding to reduce locomotion problems in broilers. Braz. J. Poult. Sci. 12:189-195.
- Barbosa, A. A., G. H. K. Moraes, R. A. Torres, D. T. C. Reis, C. S. Rodrigues and E. S. Müller. 2010. Avaliação da qualidade óssea mediante parâmetros morfométricos, bioquímicos e biomecânicos em frangos de corte. Rev. Bras. Zootec. 39:772-778.
- Beraquet, N. Influência de fatores ante e *post mortem* na qualidade da carne de aves. 1999. Rev. Bras. Cienc. Avic. 1:155-166.

- Borgatti, L. M. O., D. M. S. S. Vitti, T. M. Oliveira, B. A. B. Martins, R. Albuquerque and L. W. O. Souza. 2009. Biodisponibilidade relativa de fósforo em ingredientes com baixo teor de fitato determinada com base na mineralização óssea de frangos de corte. *Rev. Bras. Zootec.* 38:1901-1906.
- Bresne, C. 2013. Suplementação da vitamina D₃ (colecalfiferol) e 25-OHD₃ (25-hidroxicolecalfiferol) e problemas locomotores e qualidade óssea em frangos de corte. Dissertação, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, Brasil.
- Bruno, L. D. G., B. C. Luquetti, R. L. Furlan and M. Macari. 2007. Influence of early qualitative feed restriction and environmental temperature on long bone development of broiler chickens. *J. Thermal. Biol.* 32:349-354.
- Castillo, C. J. C. 2001. Rigor Mortis e maturação na carne de frango. *Avic. Ind.* (1086):38.
- Chambers, J. R. and, A. Fortin. 1984. Live body and carcass measurements as predictors of chemical composition of carcasses of male broiler chickens. *Poult. Sci.* 63:2187-2196.
- Dutch State Mines. Nutritional Products. 2008. http://www.dsm.com/en_US/downloads/dnp/HyDFolder.pdf+academic+black+bone+syndrome+in+chicken. Accessed August 28 2011.
- Fanatico, A. C., L. C. Cavitt, P. B. Pillai, J. L. Emmert and C. M. Owens. 2005. Evaluation os slower-growing broiler genotypes grown with and without access: meat quality. *Poult. Sci.* 84:1785-1790.
- Field, R. A. 2000. Ash and calcium as measures of bone in meat and bone mixtures. *Meat Sci.* 55:255-264.
- Garcia, A. F. Q. M. 2012. Utilização de vitamina D e seus metabólitos na alimentação de frangos de corte. Dissertação, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.
- Garcia, R. G., I. C. L. Almeida Paz, F. R. Caldara, G. A. A. Baldo, C. W. S. Gavilan, M. C. F. Alves, V. M. O. S. Ferreira and M. Pilleco. 2012. Frequency of black bone syndrome in drumsticks of broilers. *Proceedings of the International Poultry Scientific Forum, Atlanta.* pp. 71.
- Gomes, P. C., R. C. Runho, P. D'Agostini, H. S. Rostagno, L. F. T. Albino and P. S. Lopes. 2004 (Supl. 1). Exigência de Fósforo Disponível para Frangos de Corte Machos e Fêmeas de 22 a 42 e de 43 a 53 Dias de Idade. *Rev. Bras. Zootec.* 33:1734-1746.
- Gomide, E. M. 2010. Redução dos níveis de proteína bruta, cálcio e fósforo em rações com fitase e aminoácidos para frangos de corte. Tese, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil.

- Gous, R. M., E. T. JR. Moran, H. R. Stilborn, G. D. Bradford and G. C. Emmans. 1999. Evaluation of the parameters needed to describe the overall growth, the chemical growth, and the growth of feathers and breast muscles of broilers. *Poult. Sci.* 78:812-821.
- Honikel, K. O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.* 49:447-457.
- Jamroz, D., T. Wartecki, R. Żyłka, R. Bodarski, A. and Gajda-Janiak. 2004. Mechanical, chemical and spectroscopic analysis of mineralisation rate as methods of bones quality determination in broiler chickens. *Electr. J. Polish Agricult. Univ.* 7(2). <http://www.ejpau.media.pl/volume7/issue2/animal/art-04.html>. Accessed 10/25/2014.
- Jones, B. J. and P. J. Twomey. 2008. Issues with vitamin D in routine clinical practice. *Rheumatologia.* 47:1267-1268.
- Kestin, S. C., T. G. Knowles, A. E. Tinch and N. G. Gregory. 1992. Prevalence of leg weakness in broiler chickens and its relationship with genotype. *Vet. Rec.* 131: 190-194.
- Korver, D. 2010. Reducing the incidence of black bone. *World Poult.* 26:36-38.
- Leterrier, C., N. Rose, P. Constantin and Y. Nys. 1998. Reducing growth rate of broiler chickens with a low energy diet does not improve cortical bone quality. *Br. Poult. Sci.* 39:24-30.
- Lyon, C. E., W. E. Townsend and R. L. Wilson Jr. 1976. Objective color values of non-frozen and frozen broiler breasts and thighs. *Poult. Sci.* 55:1307-1312.
- Lyon, B. G. and C. E. Lyon. 2002. Color of uncooked and cooked broiler leg quarters associated with chilling temperature and holding time. *Poult. Sci.* 81:1916-1920.
- Macari, M., R. L. Furlan and E. Gonzales. 2008. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2a ed. FUNEP, Jaboticabal, SP, Brasil. pp. 167-172.
- Malavolta, E., G. C. Vitti and S. A. Oliveira. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Potafós, Piracicaba, SP, Brasil.
- Mendes, A. A., J. Moreira, E. G. Oliveira, E. A. Garcia, M. I. M. Almeida and R. G. Garcia. 2004. Efeitos da Energia da Dieta sobre Desempenho, Rendimento de Carcaça e Gordura Abdominal de Frangos de Corte. *Rev. Bras. Zootec.* 33 Supl. 3:2300-2307.
- Monteiro, C. F. C. 2013. Histomorfometria óssea de frangos de corte acometidos com a síndrome do “black bone”. Dissertação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Oliveira, A. F. G., L. D. G. Bruno, E. N. Martins, E. R. M. Garcia, A. C. Monteiro, M. C. P. Leite, P. C. Pozza and C. P. Sangali. 2014. Efeito da densidade de criação e do grupo genético sobre a composição mineral e desenvolvimento de ossos longos de frangos de corte. *Cienc. Agr.* 35:1023-1034.

- Qiao, M., D. L. Fletcher, J. K. Northcutt and D. P. Smith. 2002. The relationship between raw broiler breast meat color and composition. *Poult. Sci.* 81:422-427.
- Rama Rao, S. V., M. V. L. N. Raju and A. K. Panda. 2006. Effect of high concentrations of cholecalciferol on growth, bone mineralization and mineral retention in broiler chicks fed suboptimal concentrations of calcium and nonphytate phosphorus. *J. Appl. Poult. Res.* 15:493-501.
- Rath, N. C., J. M. Balog, G. R. Huff, G. B. Kulkarni and J. F. Tierce. 1999. Comparative differences in the composition and biomechanical properties of tibia of seven - and seventy-two-week-old male and female broiler breeder chickens. *Poult. Sci.* 78:1232-1239.
- Roberson, K. D., M. F. Ledwaba and R. A. Charbeneau. 2005. Studies on the efficacy of twenty-five hydroxycholecalciferol to prevent tibial dyschondroplasia in ross broilers fed marginal calcium to Market age. *Int. J. Poult. Sci.* 4:85-90.
- Rostagno, H. S., L. F. T. Albino, J. L. Donzele, P. C. Gomes, R. F. Oliveira, D. C. Lopes, A. S. Ferreira, S. L. T. Barreto and R. F. Euclides. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3a ed. Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
- Runho, R. C., P. C. Gomes, H. S. Rostagno, L. F. T. Albino, O. S. Lopes and P. C. Pozza. 2001. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias de idade. *Rev. Bras. Zootec.* 30:187-196.
- SAS Institute. 2004. SAS Use1s Guide. SAS Institute Inc., Cary, N.C., USA.
- Saunders-Blades, J. and D. Korver. 2006. Hyd and poultry: bones and beyond. In: *Proceedings of the European Poultry Conference*, Verona, Italy.
- Seedor, J. G. 1995. The biophosphanate alen-dronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. *J. Bone Miner. Res.* 4:265-270.
- Silva, F.A., G. H. K. Moraes, A. C. P. Rodrigues, M. G. A. Oliveira, H. S. Rostagno, L. F. T. Albino, C. C. Fonseca and C. S. Minafra. 2001. Efeitos do ácido L-glutâmico e da vitamina D3 no desempenho e anomalias ósseas de pintos de corte. *Rev. Bras. Zootec.* 30:2059-2066.
- Silva, J. H. V., L. F. T. Albino and A. H. Nascimento. 2003. Estimativas da Composição Anatômica da Carcaça de Frangos de Corte com Base no Nível de Proteína da Ração e Peso da Carcaça. *Rev. Bras. Zootec.* 32:344-352.
- Spencer, J. V., E.A. Sauter and W. J. Stadelman. 1961. Effect of freezing, thawing and storing broilers on spoilage, flavor and bone darkening. *Poult. Sci.* 40:918-920.
- Whitehead, C. C., H. A. McCormack, L. McTeir and R. H. Fleming. 2004. The maximum legal limit for vitamin D₃ in broiler diets may need to be increased. *Brit. Poult. Sci.* 45:24-26.

Yalçın, S., S. Özkan, E. Coskuner, G. Bilgen, Y. Delen, Y. Kurtulmus and T. Tanyalçin. 2001. Effects of strain, maternal age and sex on morphological characteristics and composition of tibial bone in broilers. Br. Poult. Sci. 42:184-190.

CAPÍTULO 4

IMPLICAÇÕES

IMPLICAÇÕES

O grande desenvolvimento e destaque mundial da avicultura brasileira vieram acompanhados de maior preocupação dos consumidores quanto à maneira como aves são criadas considerando-se o bem-estar animal e também quanto à qualidade dos produtos oferecidos pelas indústrias. Sabendo-se que aves acometidas por distúrbios ósseos ou locomotores podem apresentar bem-estar comprometido e que inúmeras são as consequências destes distúrbios no produto final, os nutricionistas vêm buscando alternativas nutricionais que minimizem estes efeitos.

Distúrbios ósseos e locomotores remetem à vitamina D principalmente devido à participação da mesma no metabolismo do cálcio e do fósforo (maiores constituintes dos ossos). Sendo assim, têm-se realizado muitos estudos utilizando formas e níveis de vitamina D na ração de frangos de corte.

Os resultados obtidos neste estudo quanto ao *gait score* confirmam que esta metodologia deve ser utilizada para estimar o bem-estar, não estando relacionada a distúrbios e qualidade do osso. Também as características ósseas não estão correlacionadas, portanto, uma não prediz o comportamento da outra.

O armazenamento influenciou a frequência de síndrome do osso em carnes de coxas de frangos de corte, assim como observado em outros estudos. Considerando-se que o congelamento é o método de conservação de carnes mais utilizado e que ele aumenta a incidência síndrome do osso negro, são necessárias soluções para esta patologia, que provavelmente não estão relacionadas à suplementação com vitamina D (25-OHD₃).