



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**CARACTERÍSTICAS ÓSSEAS DE FRANGOS DE CORTE
SUPLEMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE
VITAMINA D**

SANDRO COLET

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de Concentração: Produção Animal

Dourados-MS
Julho de 2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CARACTERÍSTICAS ÓSSEAS DE FRANGOS DE CORTE
SUPLEMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE
VITAMINA D

SANDRO COLET

Médico Veterinário

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia
Co Orientadoras: Prof^a. Dr^a. Ibiara Correia de Lima Almeida Paz
Prof^a. Dr^a. Fabiana Ribeiro Caldara

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de Concentração: Produção Animal

Dourados-MS
Julho de 2013

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

636.513 Colet, Sandro.
C694c Características ósseas de frangos de corte
suplementados com diferentes níveis de vitamina D :
Sandro Colet – Dourados-MS : UFGD, 2013.
63 f.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia.
Dissertação (Mestrado em Zootecnia)
Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Frango de corte – Produção. 2. Ossos de
frango. 3. Vitamina D. I. Título. |

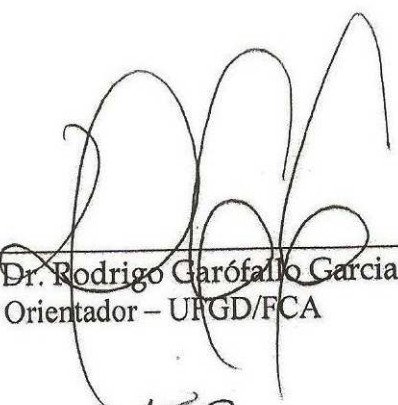
“Características ósseas de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de vitamina D”

por


SANDRO COLET

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA


Aprovada em: 19/07/2013



Prof. Dr. Rodrigo Garófalo Garcia
Orientador – UFGD/FCA



Profa. Dra. Fabiana Ribeiro Caldara
UFGD/FCA



Prof. Dr. Langlio Márcio Travassos Duarte Jacome
UFSM/DZCB

AGRADECIMENTOS

A Deus sou muito grato por mais esta conquista, pela graça da realização deste sonho.

À minha esposa Fernanda, pelo incondicional apoio para a realização deste sonho. Pela paciência, pelo carinho, pela compreensão, pelo amor e pelo companheirismo.

Aos meus pais, Aldo Colet e Olga Colet, obrigado pela educação, pela honestidade, pelos princípios e ensinamentos que me nortearam sempre para a superação dos obstáculos encontrados na caminhada da vida.

Ao secretário Ronaldo Pasquim de Araújo pela presteza e disposição em bem atender e ajudar durante todo o curso.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

À Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados pela disponibilidade da estrutura necessária para execução do projeto.

Aos meus colegas e amigos Rodrigo Borille, Mayara Rodrigues Santana, Ana Flávia Basso Royer, Marta Moi, Marília Carvalho Figueiredo Alves, Willian Biazolli, Felipe Abreu e Marco Aurélio Della Flora, pela amizade e por terem me dado o apoio e ajuda nos momentos difíceis contribuindo para superar os obstáculos e alcançar os objetivos.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Agradeço aos meus Professores, Dr. Rodrigo Garófallo Garcia, Dr^a. Ibiara Correia de Lima Almeida Paz e ao Professor, Dr. Leonardo de Oliveira Seno, pelas orientações, conselhos, prestezas, companheirismo e paciência durante o curso. Também sou grato a todas as pessoas que me ajudaram a alcançar as minhas metas e conseqüentemente a realizar o meu sonho de ser mestre. Isso trouxe para a minha vida uma marcante experiência pessoal e profissional.

Meus sinceros agradecimentos!

SUMÁRIO

Resumo:	1
CAPÍTULO I.....	3
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	4
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
Problemas Locomotores em Frangos de Corte	7
Fisiologia da Vitamina D no Organismo	12
Síndrome do Osso Negro	14
<i>Valgus</i> e <i>Varus</i>	15
Discondroplasia Tibial	16
Degeneração Femoral	18
Gait Score	19
Referências Bibliográficas.....	22
CAPITULO II.....	29
CARACATERÍSTICAS ÓSSEAS DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE VITAMINA D.....	30
Resumo	30
Introdução.....	34
Material e Métodos	36
<i>Gait score</i>	37
<i>Valgus</i> e <i>varus</i>	37
Lesão de Coxim Plantar	38
Degeneração femoral	39
Discondroplasia tibial	40
Colorimetria Óssea e Síndrome do Osso Negro	41
Análise Estatística.....	42
Resultados e Discussão.....	43
Rendimento de Carcaça e Cortes	47
Discondroplasia tibial	50
<i>Valgus</i> , <i>Varus</i> , <i>Gait Score</i> e Arranhões na Carcaça.....	50
Colorimetria Óssea e Síndrome do Osso Negro	53
Conclusão	56
Referências Bibliográficas.....	57

CAPÍTULO III	62
CONSIDERAÇÕES FINAIS	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Peso médio, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte, machos e fêmeas, alimentados com dietas contendo níveis distintos de vitamina D, do 1º ao 21 º.	43
Tabela 2. Porcentagem de degeneração femural, por escore de lesão, de acordo com os níveis de vitamina D e os sexos.	47
Tabela 3. Rendimento da carcaça e dos principais cortes (peito, coxa e sobrecoxa, asa, pé e dorso) de frango de corte, suplementados com diferentes níveis de vitamina D.	48
Tabela 4. Rendimento das vísceras de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de vitamina D.	49
Tabela 5. Porcentagem de <i>valgus</i> na perna direita (VAD), <i>valgus</i> na perna esquerda (VAE), <i>varus</i> na perna direita (VRD), <i>varus</i> na perna esquerda (VRE), arranhão novo (AN), arranhão velho (AV) e do <i>gait score</i> , avaliado aos 42 dias.	51
Tabela 6. Coeficientes da correlação de Spearman entre as variáveis <i>gait score</i> , (GS), <i>valgus</i> na perna direita (VD), <i>valgus</i> na perna esquerda (VE), <i>varus</i> na perna direita (VRD), <i>varus</i> na perna esquerda (VRE), pododermatite direita (PD), pododermatite esquerda (PE), arranhão novo (AN) e arranhão velho (AV).	52
Tabela 7. Luminosidade (L*), teor de vermelho (a*) e teor de amarelo (b*) do fêmur e da tíbia de frangos de corte, machos e fêmeas alimentados com dietas contendo diferentes níveis de vitamina D.	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Composição nutricional da ração por fase de criação.	37
Quadro 2. Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis peso da carcaça (PC) peso de peito (PP), coxa e sobrecoxa (CS), asa, dorso (Do), coração (Co) fígado (Fíg), moela (Moe), intestino (Int), pescoço com cabeça (PCC), gordura abdominal (GA), discondroplasia tibial na perna direita (DTD), discondroplasia tibial na perna esquerda (DTE), degeneração femoral na perna direita (DFD), degeneração femoral na perna esquerda (DFE).....	46
Quadro 3. Correlação de Pearson para as variáveis de luminosidade do fêmur (Lf), teor de vermelho do fêmur (af), teor de amarelo do fêmur (bf), luminosidade da tibia (Lt), teor de vermelho da tibia (at), teor de amarelo da tibia (bt).	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Casos de deformidades angulares <i>valgus</i> (A) e <i>varus</i> (B).	38
Figura 2. Classificação dos escores de lesão do coxim plantar. Escores 0, 1 e 2, representados pelas letras A, B e C respectivamente.	38
Figura 3. Classificação dos escores 1, 2, 3, 4 e 5 de degeneração femoral, representados pelas letras A, B, C, D e E respectivamente.	40
Figura 4. Classificação dos escores de lesão 0, 1, 2, 3 e 4 de discondroplasia tibial, representados pelas letras A, B, C, D e E respectivamente.	41

Colet, Sandro. CARACTERÍSTICAS ÓSSEAS DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE VITAMINA D. 2013
Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, 2013.

Resumo: A vitamina D exerce importante função na formação do tecido ósseo em frangos de corte, sendo responsável pela absorção e deposição dos minerais que constituem os ossos, como o cálcio por exemplo. O experimento foi composto por seis tratamentos com o objetivo de: 1 - Avaliar a formação óssea em frangos de corte, com diferentes níveis de suplementação de vitamina D. 2 - Avaliar os resultados dos diferentes níveis de vitamina D em relação aos parâmetros de desempenho e em relação à ocorrência de alterações angulares das patas como *valgus* e *varus*, avaliação da habilidade locomotora através do *gait score* e também avaliar a presença ou não de lesão de coxim plantar. 3 – Avaliar o rendimento de carcaça e de suas partes dos frangos de corte suplementados com vitamina D em diferentes níveis. Para estes propósitos, foram utilizados 1296 pintos de um dia, machos e fêmeas, da linhagem Cobb[®] 500, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, considerando três inclusões e dois sexos. Constituiu-se seis tratamentos, três com machos e três com fêmeas (3500 UI, 3500 UI de vitamina D + 1954 UI de 25-hidroxicolecalciferol) e de 7000 UI, com quatro repetições cada. Os resultados obtidos demonstraram não haver diferença ($p>0,05$) para as variáveis de desempenho, rendimento de carcaça e partes (com exceção para o rendimento de fígado e intestino), formação óssea e habilidade para as aves caminharem comparando os diferentes níveis de vitamina D estudados.

Palavras-chave: Problema locomotor, rendimento, 25-hidroxicolecalciferol, formação óssea, habilidade locomotora.

Colet, Sandro. BONE CHARACTERISTICS OF BROILERS SUPPLEMENTED WITH DIFFERENTS LEVELS OF VITAMIN D. 2013 Thesis (M. Sc.) – FCA, Universidade Federal da Grande Dourados, 2013.

The vitamin D develops an important function on the development of the bone tissue in broilers, been responsible to the minerals deposition to build the bones as calcium for example. The experiment was composed by three treatment, with the objective of: 1 - Evaluate the bone formation in broilers with diferentes levels of vitamin D. 2 - Evaluate the results of different levels of vitamin D in relationship to the performance parameters and in relationship to the occurrence of angular changes of the paws like *varus* and *valgus*, evaluation of locomotion skills through *gait score*, and to evaluate the presence or not of pododermatitis. 3 - Evaluate the carcass yield and its parts among the treatments of the survey. To these purposes, It was used 1296 chicks of a day old, males and females, from line Cobb[®] 500, distributed in a completely randomized design, considering three levels and two sexes. Constitutes six treatments, three by males and three by females (3500 UI of vitamin D, 3500 UI de vitamina D + 1954 UI de 25-hidroxicolecalciferol e 7000 UI of vitamin D), with four replications each. The results obtained showed don't have difference ($p>0.50$) to the performance's variable, carcass yield (exception to gut yield and liver yield), to the bone formation and walking abilities of the broilers, comparing the different levels of vitamin D studied.

Key words: problem locomotor, yield, 25-hydroxycholecalciferol, bone formation, locomotor ability.

CAPÍTULO I

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Em 2012 a avicultura brasileira apresentou um pequeno recuo na produção na ordem de 3,17% do volume em relação a 2011, passando de 13,02 para 12,64 milhões de toneladas. Essa redução ocorreu em função de alguns desafios enfrentados pelo setor no ano de 2012, dentre os quais, se destaca a disparada no preço dos grãos (milho e soja) que representam os maiores custos do setor. Por conta disso, muitos produtores foram prejudicados por ficarem sem crédito para o giro de seus negócios. Outro fator que contribuiu para essa redução de produção foi a vulnerabilidade do câmbio que interferiu no planejamento econômico das empresas, desestabilizando-as financeiramente. Os resultados imediatos disso foram a redução da produção, a paralisação de algumas empresas e consequentes demissões no setor (UBABEF, 2013).

Mesmo com as dificuldades enfrentadas, o país manteve suas posições de maior exportador mundial e de 3º maior produtor de carne de frango, situando-se atrás somente de EUA e China (UBABEF, 2012). O volume de 3,943 milhões de toneladas exportado em 2012 (30,2% da produção anual), representou uma receita líquida de 7,703 bilhões de dólares. O mercado interno absorveu o restante da produção (69,8%). O consumo médio per capita em 2012 foi de 45 kg, número 5,3% menor em relação a 2011. Essa redução de consumo é justificada pelo menor volume de produção no referido ano. No entanto, para 2013, o crescimento de produção e de exportação previstos, é entorno de 3% (UBABEF, 2012).

Embora a produção de frango de corte brasileira seja muito promissora do ponto de vista de competitividade, da qualidade da carne produzida, bem como do potencial aumento da produção, alguns desafios permeiam a atividade e precisam ser vencidos.

O bem-estar animal tornou-se, especialmente na última década, um assunto intrínseco à toda a produção pecuária no mundo. A preocupação em relação à forma como os animais são criados é crescente, não só no Brasil, como no mundo todo. Os consumidores estão cada vez mais atentos e preocupados em relação às condições e aos ambientes de criação dos animais que originam a carne que é vendida aos mesmos. Com isso, a população exige que sejam cumpridos os princípios básicos de bem-estar animal na produção pecuária, sob pena de boicotarem o consumo das carnes oriundas de animais criados em más condições. A avicultura, assim como toda a produção animal, também precisa atender, impreterivelmente, ao bem-estar animal.

Os problemas locomotores em frangos de corte estão diretamente relacionados ao bem-estar animal, além de causarem prejuízos econômicos durante criação e no processo de abate desses animais. O rápido crescimento da ave, infere na deposição de peso sobre os ossos que ainda não encontram-se totalmente formados, portanto, não preparados para suportar esse peso. O resultado desta condição são as manifestações das enfermidades locomotoras, principalmente na metade final do período de criação do frango de corte (Almeida Paz *et al.*, 2009).

As perdas econômicas podem ser diretas, ocorrendo na granja, relacionadas às aves que, por tão rápido ganho de peso, apresentam alterações locomotoras e dificuldade para caminhar, gerando desconforto e até mesmo dor, ao ponto destes animais pararem de comer e beber, tornando-as refugos, o que aumenta os índices de mortalidade e as perdas econômicas para a atividade. Entretanto, outro fator a ser considerado, são as perdas indiretas relacionadas aos problemas locomotores ligadas ao desempenho, ou seja, mesmo a ave estando aparentemente saudável pode estar sentindo algum desconforto para andar, diminuindo o consumo de água e ração, comprometendo o seu desempenho (Almeida Paz *et al.*, 2009).

Já no frigorífico, as perdas diretas ocorrem pelo aumento das condenações de carcaças inteiras, ou de cortes com hematomas resultantes de fratura dos ossos fracos ou mal formados, que podem ocorrer no momento da apanha, no transporte ou mesmo na pendura das aves na nórea.

Com a idéia de mensurar o grau de dificuldade que a ave apresenta para caminhar no ambiente de criação, faz-se a avaliação do *gait score*, atribuindo-se uma escala de notas, que é estipulada de acordo com a metodologia adotada. Quando esta avaliação é realizada, sugere-se que seja feita também a avaliação da presença da lesão de coxim plantar (pododermatite) nas mesmas aves, pois em muitas vezes a dificuldade da ave em caminhar pode estar associada à presença desta lesão, e não com a formação ou integridade dos ossos.

Frente a estes problemas de má formação óssea, os nutricionistas tem lançado mão da suplementação com vitamina D, com o intuito de auxiliar na melhor formação do tecido ósseo, amenizando os problemas locomotores e reduzindo as perdas econômicas acima citadas.

O objetivo deste trabalho foi de avaliar os diferentes níveis de vitamina D na dieta de frangos de corte no período de 1 a 21 dias, sobre a formação óssea, parâmetros de desempenho e rendimento de carcaça.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Produção de Frango de Corte

A avicultura é uma das atividades pecuárias mais desenvolvidas no mundo. Possui desde instalações simples, pouco tecnificadas, com limitado controle sobre a ambiência até as mais automatizadas com ambientes controlados, dotados de equipamentos que proporcionam total controle da temperatura em suas instalações (Lima *et al.*, 2011). Esses ambientes de criação dão aos animais a possibilidade de expressão de toda a capacidade genética intrínseca da linhagem.

Com o objetivo de reduzir custos de produção e aumentar a produção de carne por metro quadrado, as indústrias utilizam densidades de alojamento, de forma que a ave tenha pouco espaço para caminhar no ambiente onde vive. De acordo com estudos recentes de Abudabos *et al.* (2013) mostram que aumentos na densidade de alojamento de frango de corte de 28 para 40 kg de carne por metro quadrado resulta na elevação dos níveis séricos de aspartato amino transferase (AST), indicando injúrias hepatocelulares, prejudicando o desempenho e comprometendo o bem-estar destas aves. A alta densidade, associada a alta taxa de crescimento do frango, resulta também em problemas de formação óssea e consequente dificuldade para caminhar, causando grande prejuízo ao bem-estar animal (Nääs *et al.*, 2012).

Problemas Locomotores em Frangos de Corte

A dificuldade que o frango de corte apresenta para caminhar impacta em perdas econômicas de bilhões de dólares em todo o mundo (Morris, 1993). Entretanto, as causas

dos problemas locomotores em frangos de corte são variadas, dentre as quais as relacionadas ao ambiente de criação como, estresse calórico, intensidade de luz, densidade de alojamento, além da composição da dieta e da idade das aves que, juntos ou isoladamente podem propiciar o aparecimento de tal enfermidade (Nääs *et al.*, 2012). Além disso, há também anormalidades relacionadas à formação dos ossos como a discondroplasia tibial, claudicações dolorosas crônicas, condrodistrofia, deformidades como *valgus* e ou *varus*, espondilolistese, raquitismo, necrose da cabeça do fêmur ou degeneração femoral, dedos curvados e ruptura do tendão gastrocnêmio (Angel, 2007; Nääs *et al.*, 2012).

Segundo Coto *et al.* (2008) as perdas estimadas decorrentes de problemas locomotores em frangos de corte nos EUA, são de 80 milhões de dólares por ano. O maior impacto destas perdas ocorre no abatedouro por condenações de carcaças com processos inflamatórios nas articulações, dermatites e escoriações, provocadas pelo excesso de decúbito das aves que apresentaram dificuldade locomotora e por isso durante a criação são, por vezes pisoteadas pelas aves saudáveis (Oviedo-Rondón, 2008).

Entretanto, no ambiente de criação das aves as perdas também ocorrem. Dependendo do grau de claudicação que a ave apresenta, o gasto adicional de energia utilizado para a locomoção pode ser de 20 a 60% em relação ao gasto fisiológico normal do organismo. O resultado disso é a menor quantidade de energia disponível para o crescimento e conseqüente redução do desempenho (Waters & Mulroy, 1999).

Os problemas locomotores em frangos de corte causam alta morbidade. A mortalidade por eliminação alcança índices de 3 a 6% das aves do lote, causando perdas expressivas de produtividade e econômicas (Mendonça, 2000). Na criação de perus, por exemplo, os problemas locomotores impactam em um adicional de mortalidade de 15% no final do lote (Misirlioglu *et al.*, 2001; Khan *et al.*, 2010).

De maneira geral, a má formação óssea está relacionada com desordens no processo metabólico (Nääs *et al.*, 2012). Isso ocorre em linhagens com melhor desempenho produtivo e as mudanças na dieta, no manejo, ou nos dois pode diminuir a incidência do problema e as respectivas perdas. A ocorrência das deformidades angulares, também chamadas de pernas tortas está relacionada com a incompleta modelação e alinhamento do osso, em função do rápido crescimento da ave (Angel, 2007). O mesmo autor cita ainda que a redução do crescimento das aves nas duas primeiras semanas de vida contribui sobremaneira para que o osso se desenvolva com o alinhamento e modelação corretos, e evitando assim estas deformidades.

A formação dos ossos das aves começa desde o primeiro dia de incubação, onde o embrião utiliza os minerais da casca do ovo para o início da formação do tecido ósseo e este processo depende diretamente da presença de cálcio, fósforo e vitamina D no mesmo (Tuan *et al.*, 1986). Após a eclosão, a formação óssea continua, porém de forma mais intensa nas primeiras duas semanas pós-nascimento. No primeiro dia de vida, o pintainho possui 19,87% de cinzas em seu esqueleto, passando para 27,74% aos 10 dias e 38% aos 85 dias de idade (Angel, 2006).

Na nutrição, é usual a suplementação de cálcio, fósforo, vitamina D e outros minerais para atender a demanda de formação do tecido ósseo. Estes minerais não são encontrados em quantidades suficientes nas matérias primas utilizadas para a fabricação da ração, como milho e soja, por exemplo. No entanto, nas últimas décadas, em função do rápido crescimento do frango de corte e consequente deposição de peso cada vez maior em seu esqueleto, a presença de alguns nutrientes, nas dosagens nutricionalmente recomendadas, parecem não atender a demanda necessária para a formação dos ossos de forma íntegra, capazes de suportar o peso corporal adquirido em curto espaço de tempo. Por isso, é necessário que os nutrientes estejam presentes em maior quantidade e mais

disponíveis para que haja maior assimilação e absorção pelo organismo da ave (Borges *et al.*, 2010).

Frente a esta realidade, há a opção da utilização de fontes alternativas de vitamina D, que possuem hidroxilações em sua molécula, aumentando sua disponibilidade e o seu aproveitamento pelo organismo da ave, resultando na melhora da absorção de cálcio e fósforo no intestino, tornando-os mais disponíveis para o metabolismo ósseo. A forma 25(OH)D₃ tem atividade duas vezes melhor que a vitamina D₃ (colecalfiferol), além de apresentar característica favorável em termos de absorção pelas células do intestino, quando comparado com o colecalfiferol (Torres *et al.*, 2009). A vitamina D também é responsável pela homeostase do cálcio e do fósforo e por mecanismos para aumentar a captação intestinal destes, diminuir as perdas renais e aumentar a reabsorção óssea (Garcia *et al.*, 2012).

Na nutrição de galinhas, o metabólito 25 (OH)D₃ também apresenta maiores taxas de transferência para o interior do ovo, o que favorece a redução de progênes com desordens esqueléticas, com melhor imunidade e parâmetros de eclodibilidade (Edwards, 1990; Aslam, 1998). A vitamina D também tem participação importante no metabolismo ósseo, sendo responsável pelo crescimento do esqueleto e consequente desempenho produtivo (Brito *et al.*, 2010).

Para Rostagno *et al.* (2011) os níveis de vitamina D são indicados por fase de criação, havendo maior exigência na fase inicial e menor na fase final onde, têm-se a indicação de uso de 2375 UI na fase pré-inicial (1 a 7 dias), 2090 UI na fase inicial (8 a 21 dias), 1900 UI na fase de crescimento I (22 a 33 dias), 1425 UI na fase de crescimento II (34 a 42 dias) e 1235 UI na fase final, ou seja, a partir dos 43 dias. Na fase inicial a demanda é maior por haver alta taxa de crescimento do tecido esquelético, além da imaturidade do trato digestório, não ocorrendo eficiente digestão e absorção das

substâncias lipossolúveis, dentre elas a vitamina D. Já com o aumento da idade, a demanda diminui, pois a taxa de crescimento do osso é menor, e também devido ao aumento da capacidade absorptiva do intestino (Brito *et al.*, 2010).

No entanto, deve-se levar em conta que os níveis acima citados são estimados e baseados em uma série de estudos sob condições de conforto das aves (21 a 27°C). Entretanto, em granjas comerciais, há desafios maiores como de temperatura por exemplo, onde o aumento da mesma diminui o consumo de ração, diminuindo a ingestão dos nutrientes nela contidos. Esta situação é evidente e comum em países de clima tropical, predominante na maior parte do território brasileiro (Rostagno *et al.*, 2011).

Na União Europeia, a média de suplementação de vitamina D, nas duas primeiras semanas é de 125 mg/kg de ração (Whitehead *et al.*, 2004). De acordo com levantamento feito em 1997 entre as empresas produtoras de frango de corte nos EUA, a suplementação de vitamina D por elas utilizada variava da faixa mínima de 1988 UI/kg ou 50mg/kg até um limite máximo de 4030 UI/kg ou 100 mg por kg de ração. Na média, o uso praticado é de 2819 UI/kg, ou 70 mg/kg para a faixa de idade de 0 a 14 dias (Khan *et al.*, 2010). Entretanto, segundo Whitehead *et al.* (2004), níveis ainda maiores de vitamina D são utilizados na prevenção dos problemas de ordem locomotora, que podem variar de 75 a 125 mg/kg de ração de vitamina D₃.

É importante ressaltar que a quantidade de vitamina D na dieta deve atender as exigências do organismo para que ocorra a completa formação óssea. Porém, alguns fatores interferem na assimilação da vitamina pelo organismo, tais como: estresse calórico, intensidade de luz, idade da ave, dieta e equilíbrio de cálcio e fósforo da ração (Nääs *et al.*, 2012). A fonte da vitamina D, uma vez que a vitamina D nas formas 25(OH)D₃ e 1,25(OH)₂D₃ são mais disponíveis, sendo melhores absorvidas de forma a resultar na melhor formação óssea (Applegate & Angel, 2005).

A absorção da vitamina D pela ave ocorre na porção final do duodeno, juntamente com lipídeos e outros compostos lipossolúveis, pela ação de ácidos, sais biliares e das lipases (Brito *et al.*, 2010). Após a absorção, a vitamina D é incorporada aos quilomícrons onde são transportados até o fígado, sofrendo uma hidroxilação em sua molécula, formando o 25-hidroxicolecalciferol ou 25(OH)D₃, que é a forma predominante da vitamina D no plasma e também a sua forma de armazenamento no fígado. O 25(OH)D₃ posteriormente é hidroxilado pelos rins, na posição 1 por uma enzima específica denominada 1- α -hidroxilase, formando o composto 1,25-dihidroxicolecalciferol ou calcitriol (Garcia *et al.*, 2012).

De acordo com vários estudos, a discondroplasia tibial era a anormalidade óssea de maior ocorrência em frangos de corte (Angel, 2007; Rath *et al.*, 2007). Buscando mostrar as diferentes exigências de vitamina D₃ para evitar enfermidades ósseas, faz-se necessária a suplementação de 35 a 50 mg/kg de ração fornecida até os 14 dias, considerando uma dieta com níveis ideais de cálcio e fósforo (Khan *et al.*, 2010).

A vitamina D₃ (coleciferol) não tem ação direta na prevenção da discondroplasia tibial, mas sim seus metabólitos que são o 25 hidroxicolecalciferol e o 1,25 dihidroxicolecalciferol (calcitriol) por agirem diretamente nos receptores de cálcio no intestino (Angel, 2007; Rath *et al.*, 2007).

Fisiologia da Vitamina D no Organismo

A vitamina D é um pró-hormônio necessário na ausência de exposição à luz solar, como é o caso da criação de animais confinados. A irradiação ultravioleta converte o 7-deidrocolesterol em vitamina D₃ na pele, porém, grande parte da vitamina D utilizada pelo organismo é proveniente da dieta, sendo absorvida no intestino delgado via circulação

linfática após a incorporação aos quilomícrons. A vitamina D₃ circula no sangue em concentrações de 1 a 3 ng/ml (1.0000.000 de ng em 1 mg). Nessas concentrações, o fígado acelera a hidroxilação da vitamina D₃, transformando-a na forma de 25-hidroxicolecalciferol (principal forma circulante da vitamina D na concentração de 14 a 70 ng/ml) que, via sanguínea, segue até os rins onde, através da enzima 1- α -hidroxilase resulta na formação do hormônio esteroide 1,25 diidroxicolecalciferol [1,25-(OH)₂ Vitamina D]. A produção deste hormônio fica aumentada quando houver demanda de cálcio e fósforo pelo organismo. O hormônio da paratireóide é secretado em caso de declínio do cálcio plasmático. Porém, durante os períodos de excesso de cálcio a 25-hidroxicolecalciferol passa a ser hidroxilada no carbono 23 ou 24 da molécula. Com a hidroxilação nestes carbonos, o metabólito fica inativo e indisponível ao organismo, eliminando-o pela via renal (Reece, 2006).

Os rins liberam a 1,25 diidroxicolecalciferol no sangue, onde irá circular ligada a uma proteína responsável pelo seu transporte. Esta forma da vitamina D só é armazenada nos tecidos que possuem receptores intracelulares para a mesma que são: o timo, a glândula mamária e os tecidos linfoides, o que sugere que a vitamina D modula a função destes tecidos.

A absorção eficiente do cálcio dietético ocorre pelo transporte ativo através das células epiteliais, auxiliado pela proteína ligadora do cálcio, cuja síntese depende do metabólito 1,25 diidroxicolecalciferol, que também atua no crescimento e remodelamento ósseo. A deficiência de vitamina D resulta na ocorrência da osteomalácia em animais adultos (falha na mineralização dos osteóides) e em raquitismo nos animais jovens (falha na mineralização dos osteóides e falha da mineralização da matriz cartilaginosa nas placas de crescimento). Ainda há evidências de que a 1,25-(OH)₂ vitamina D influencia na produção de proteínas da matriz óssea, contribuindo para o reparo de fraturas ósseas,

indicando que a mesma participa na formação do osso. A 1,25-(OH)₂ vitamina D também desempenha importante papel na reabsorção do cálcio dos osteoclástos dos ossos (Reece, 2006).

Frangos de corte podem tolerar concentrações muito altas de vitamina D na dieta. Níveis de até 1250 mg/kg por quilograma de ração (50.000 UI) foram utilizados sem efeitos adversos para os animais e ou toxicidades para humanos que consumiram a carne (Baker *et al.*, 1998). A fisiologia do organismo da ave permite que o excesso de vitamina D seja hidroxilada no carbono 23 ou 24 da molécula, formando metabólitos inativos e indisponíveis ao organismo que não serão aproveitados. Esse fato explica o porquê a concentração plasmática de vitamina D em frango de corte é muito baixa (Mawer & Gomes, 1994). Além disso, rações que recebem altos níveis de vitamina D são fornecidas na fase inicial de criação sendo improvável que haja alta concentração de vitamina D nos tecidos a ponto de haver implicações adversas para a saúde humana (Whitehead, *et al.*, 2004).

Síndrome do Osso Negro

Como citado anteriormente, a má formação óssea gera perdas econômicas desde a produção até o abate dos frangos de corte. Entretanto, mesmo após o abate, ainda observam-se efeitos indesejáveis nos cortes de coxa e sobrecoxa devido a problemas relacionados à deficiente ou incompleta formação dos ossos.

Após o cozimento da carne, observa-se escurecimento do osso e nos tecidos adjacentes do mesmo, conferindo uma má aparência ao produto. Essa ocorrência recebe a denominação de síndrome do osso negro ou “black bone” ou “bone darkening” (Smith & Northcutt, 2004).

Por definição, “bone darkening” é o aparecimento da cor vermelha escura, marrom ou preta no osso, ou no tecido muscular adjacente ao mesmo, que ocorre pelo extravasamento do conteúdo da medula óssea para o exterior do osso, passando pelos poros da camada cortical do mesmo durante o cozimento. Essa ocorrência é mais comum em animais mais jovens, por possuírem ossos mais porosos e também com maior quantidade de medula em relação aos ossos de aves mais velhas. Dessa forma, há maior extravasamento do conteúdo da medula, aumentando a incidência da síndrome do osso negro (Smith & Northcutt, 2004).

A carne ao redor do osso com tons do avermelhado escuro ou preto, juntamente com o osso bastante escuro, tem sido motivo de bastantes reclamações dos consumidores nos últimos tempos. Estas alterações de cor não ofereçam nenhum risco para a saúde dos consumidores, apenas altera a aparência da carne, pois não se trata de contaminação biológica, mas sim de acúmulo de sangue que extravasou do osso.

A síndrome do osso negro é de grande importância para o comércio de carne de frango, pois, algumas das grandes redes de estabelecimentos de comida rápida (*fast food*), utilizam apenas carne de frango desossada a fim de evitar possíveis reclamações dos consumidores que possam encontrar carne de frango com coloração escura ao redor do osso, o que confere uma aparência indesejável da carne (Lyon & Lyon 2002).

Valgus e Varus

Valgus e *varus* são denominações de problemas locomotores em frangos de corte ocasionados pela deformação da articulação intertársica (tarso metatarso), quando colocado em linha com o tibiotarso, levando ao deslocamento medial ou lateral das pernas em relação ao seu eixo anatômico normal. A ocorrência maior é em machos do que em fêmeas

e a incidência de *varus* em frangos varia entre 1 a 3%, enquanto que a incidência de *valgus* varia entre 30 a 40% (Leterrier & Nys, 1992).

A alteração *varus* tem tendência de ser unilateral e surgir nas primeiras duas semanas de vida do animal. Está quase sempre associada ao deslocamento do tendão gastrocnêmio, comprometendo o correto andar do animal. Já o *valgus* ocorre de forma progressiva, começando a partir da segunda semana de vida e, normalmente é bilateral (Leterrier & Nys, 1992; Crespo & Shivaprasad, 2003). Ocorre com maior frequência em linhagens de crescimento rápido e geram perdas econômicas na produção.

Discondroplasia Tibial

A discondroplasia tibial é a anormalidade óssea de maior prevalência na produção de frango de corte (Angel, 2007). Caracteriza-se por uma massa de cartilagem logo abaixo da placa epifisária, também chamada de linha de crescimento ósseo, localizado na metáfise proximal do tibiotarso. Trata-se de um acúmulo de cartilagem pré-hipertrófica, ou de condrócitos não diferenciados que conferem tal característica (Crespo & Shivaprasad, 2003). Pode se manifestar em até 30% das aves dos lotes de forma subclínica e até 3% na forma clínica, ou seja, a grande maioria dos animais com discondroplasia não apresentam claudicação (Powell & Bittar Filho, 2008). A principal causa da discondroplasia tibial é o crescimento rápido. No entanto, fatores ligados à genética e à nutrição, como, excesso de fósforo, deficiência em cobre, baixas inclusões de vitamina D e outros, podem pré-dispor ao aparecimento da enfermidade (Leach & Monsonogo-Ornant, 2007).

Sabe-se que a formação óssea do embrião inicia-se desde o primeiro dia de incubação. No entanto, a maior velocidade desta formação se dá entre poucos dias antes e após o nascimento, sendo, portanto um período crítico para o início dos problemas

locomotores que, geralmente se manifestam mais tarde (Oviedo-Rondón *et al.*, 2009). De acordo com as condições de temperatura, ventilação e umidade das incubadoras, o embrião pode passar por estresse que afeta o desenvolvimento dos ossos. Em meio a estas variáveis, estão os tipos de incubadoras que podem ser de estágio múltiplo ou único, sendo que as máquinas de estágio múltiplo apresentaram prevalência 10% maior de problemas locomotores nos pintainhos nelas incubados em relação às máquinas de estágio único (Oviedo-Rondón, 2008). O mesmo autor relata que a maioria das máquinas de estágios múltiplos não ofereceram um bom arrefecimento aos embriões na fase final de incubação. O resultado deste arrefecimento deficiente gera aquecimento que interfere no desenvolvimento do embrião e no funcionamento da tireoide, que é responsável pela produção do paratormônio que age na diferenciação dos condrócitos na placa de crescimento do osso.

Segundo Oviedo-Rondón (2008) temperaturas acima de 37°C e volume de oxigênio abaixo de 19% nos últimos 4 dias de incubação, resulta em aumento da assimetria e redução do desenvolvimento dos ossos. Além disso, ocorre também redução da absorção da gema que possui lipídeos, minerais e vitaminas, essenciais para a modelação óssea.

Além dos impactos econômicos resultantes da discondroplasia tibial, expressivo também é o prejuízo relacionado ao bem-estar animal. Aves que apresentam anomalias na formação dos ossos podem, em maior ou menor grau, sentir alguma dificuldade, desconforto ou até mesmo dor para alcançar a ração e a água, mesmo que, visivelmente não apresentem claudicação (Almeida Paz, 2008). De acordo com Franco *et al.* (2004), o tamanho da lesão é proporcional ao enfraquecimento do osso, tornando-o mais vulnerável à fratura ou a necrose. Além disso, o osso cresce de forma irregular, sobrecarregando o tendão gastrocnêmio, desencadeando num processo inflamatório e doloroso, interferindo no bem-estar animal. Rações altamente proteicas e energéticas contribuem para a

ocorrência do problema (Franco *et al.*, 2004). No entanto, pesquisas recentes mostram que é possível controlar a discondroplasia tibial, desde que os níveis de vitamina D na dieta sejam superiores aos recomendados pelas tabelas de referência em nutrição animal. Utilizando 250 mg de vitamina D/kg de ração, do 1º ao 21º dia (Khan *et al.*, 2010) não observaram lesões de discondroplasia tibial em frangos de corte. O mesmo afirma também que, apenas nesta dosagem de vitamina D estudada, que a discondroplasia tibial pode ser definitivamente prevenida.

Degeneração Femoral

A degeneração femoral, também chamada necrose da cabeça do fêmur, é uma enfermidade que, junto com a discondroplasia tibial, já acometeu entre 50 a 80% das aves do lote (Murakami, 2000). De acordo com Almeida Paz *et al.* (2009) a denominação “necrose” não é a terminologia correta, pois o termo necrose refere-se à morte celular por falta de vascularização, o que não acontece nesta patologia. Dessa forma, para esta lesão, denomina-se de degeneração da cabeça do fêmur.

Na necropsia de frangos de corte, essa lesão é observada com frequência. Ocorre um deslocamento de parte da cápsula articular do fêmur, ou mesmo sua totalidade. Já em casos mais graves, a cabeça do fêmur pode encontrar-se totalmente desintegrada. Estas ocorrências podem estar associadas com osteocondrose, discondroplasia tibial e síndrome da má absorção (Mendonça Jr., 2000). Segundo McKay (2003), problemas locomotores podem ocorrer por várias razões, dentre as quais por infecção bacteriana que pode causar necrose na cabeça do fêmur, entretanto McNamee & Smyth (2000) relatam que a maioria das causas de degeneração femoral não são de origem infecciosa.

Por outro lado, o estudo da prevalência de degeneração femoral como causa de claudicação em frangos de corte, realizado por Dinev (2009), relata ter isolado a bactéria *E. Coli* em 90% dos casos da doença, que tem como quadro inicial a osteomielite com posterior necrose do tecido. A provável maneira pela qual a bactéria poderia chegar até o local seria inicialmente via trato respiratório ou digestivo, onde, após absorção, entraria na circulação sanguínea, seguindo até o osso onde desenvolveria a enfermidade (Dinev 2009).

Gait Score

As atuais linhagens de frango de corte foram selecionadas para maior peso corporal e maior deposição muscular no peito, resultando em sobrecarga de peso para o esqueleto e piorando a habilidade da ave para caminhar na postura correta (Talaty *et al.*, 2010). A fim de mensurar esta dificuldade para caminhar, o *gait score* tem sido amplamente utilizado.

Historicamente a dificuldade apresentada pelos frangos de corte em caminhar tem sido preocupação sob o ponto de vista relacionado ao desempenho das aves (Payne *et al.*, 1932). Entretanto, nas últimas décadas, este assunto recebeu grande atenção por ser adotado como referência no critério de percepção ou avaliação do bem-estar do frango de corte (Kestin *et al.*, 1992; Corr *et al.*, 1998; Berg & Sanotra, 2003). Pfeiffer & Dall'Aqua (2002) citam que, há pelo menos uma década na União Europeia, as empresas produtoras de frango de corte já enfrentavam o desafio de produzir frango em condições de bem-estar em função dos avanços da genética e do rápido crescimento e ganho de peso. Alguns países produtores tem seus produtos aceitos sob condição de avaliação do *gait score* em suas criações, sob pena de não poderem vender suas produções caso os mínimos padrões de bem-estar animal não forem atendidos (Skinner & Teeter, 2009).

Para o estudo do *gait score*, algumas metodologias são encontradas na literatura, citando padrões de avaliação que estabelecem notas de 0 a 5, de acordo com a habilidade que a ave apresenta para caminhar (Kestin *et al.*, 1992; Garner *et al.*, 2002). A mesma metodologia com atribuição de 6 scores foi adotada por Knowles *et al.* (2008), onde observaram em suas pesquisas, 27,6% das aves com escores igual ou maior que 3 em 176 lotes de frango de corte avaliados em idade próxima aos 40 dias. Por outro lado, padrões de avaliações com apenas três notas (0 a 2) também são citados sendo 0 (zero) corresponde às aves saudáveis, sem nenhuma dificuldade para caminhar, 1 (um) corresponde aos animais com lesão intermediária e 2 (dois) para animais com sérias lesões ou dificuldades para caminhar (Almeida Paz, 2008).

Para Nääs *et al.* (2010), os métodos acima citados, em que consistem na atribuição de escores, são tipos de avaliação empírica da locomoção e que portanto, podem comprometer a confiabilidade dos resultados obtidos na avaliação, além de não explicarem os problemas ósseos ou músculo-esqueléticos que afetam as aves e que causam dificuldades locomotoras. A dificuldade que a ave possui para caminhar não necessariamente está relacionada à incompleta formação óssea, mas está mais ligada a problemas de deformidade como *valgus* por exemplo (Fernandes *et al.*, 2012). Em estudos sobre a mineralização óssea, Talaty *et al.* (2010), relatam que a quantidade de cinzas nos ossos de aves com alguma dificuldade locomotora não diferiu das cinzas encontradas nos ossos das aves que não apresentavam dificuldade para caminhar. Portanto, este estudo mostra que a mineralização dos ossos não está necessariamente relacionada com o *gait score* da ave. Os autores citam ainda que frangos com dificuldade para caminhar possuem maior mineralização óssea e peso vivo em relação àqueles com melhor *gait score*.

Essa verificação concorda com os achados de Kestin *et al.* (1992); Sorensen *et al.* (1999, 2000); Su *et al.* (1999); Venalainen *et al.* (2006); Brickett *et al.* (2007).

A maior taxa de crescimento nos frangos machos implica na menor mineralização óssea, maior peso corporal e pior *gait score* (Brickett *et al.*, 2007). O *gait score* aumenta à medida que os frangos vão ficando mais velhos (Sorensen *et al.*, 2000; Venalainen *et al.*, 2006; Brickett *et al.*, 2007). Além dos problemas de pernas e os problemas de natureza óssea, de mesma importância, porém de difícil resolução são as complicações tendinosas, articulares, nervosas, ligamentares e musculares (Oviedo-Rondón, 2009a; Oviedo-Rondón, 2009b).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida Paz ICL. Problemas locomotores e técnicas de mensuração. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 2008, Santos. Anais... Campinas: FACTA, 2008. p. 57-68.
- Almeida Paz ICL, Mendes AA, Martins MRFB, Fernandes BCS, Almeida ICL, Milbradt EL, Balog, A & Komiyama CM. Follow-up of the development of femoral degeneration lesions in broilers. *International Journal of Morphology*, v. 27, p. 571-575, 2009.
- Angel R. Metabolic Disorders: Limitations to Growth of and Mineral Deposition into the Broiler Skeleton after Hatch and Potential Implications for Leg Problems. Poultry Science Association, Inc.. *Journal of Applied Poultry Research*. v. 16, p.138–149, 2007.
- Angel R. University of Maryland, College Park. Unpublished data. 2006.
- Applegate TJ, Angel R. Los metabolitos de la vitamina D son prometedores para uso en dietas avícolas. *Vademécum Avícola*, 2005.
- Aslam SM, Garlich JD, Qureshi MA. Vitamin D deficiency alters the immune responses of broiler chicks. *Poultry Science*, v. 77, n. 6, p. 842–849, 1998.
- Abudabos AM, Samara EM, Hussein EOS, Al-Ghadi M, Al-Atiyat RM. Impacts of stocking density on the performance and welfare of broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science* v. 11, p.66-71, 2013.
- Borges LL, Baraldi-Artoni SM, Amoroso L. Densidade Mineral Óssea na Produção de Frango de Corte. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária* – ISSN: 1679-7353 Ano VIII – n. 15 – Periódicos Semestral, Julho de 2010.

- Brickett KE, Dahiya JP, Classen HL, Annett CB and Gomis S. The impact of nutrient density, feed form, and photoperiod on the walking ability and skeletal quality of broiler chickens. *Poultry Science*, v. 86, p. 2117–2125, 2007.
- Berg C and Sanotra GS. Can a modified latency to lie test be used to validate gait-scoring results in commercial broiler flocks? *Animal Welfare*, v. 12, p. 655–659, 2003.
- Brito AGJ, Bertechini AG, Fassani EJ, Rodrigues PB, Lima EMC, Meneghetti C. Efeito da vitamina D3 e 25-hidroxi-colecalciferol sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e a morfologia intestinal de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p. 2656-2663, 2010.
- Corr SA, McCorquodale CC and Gentle MJ. Gait analysis of poultry. *Veterinary Science*, 65:233–238, 1998.
- Coto Z, Yan F, Cerrate S, Wang Z, Sacakli P, Halley J, Wiernusz C, Martinez A, Waldroup P. Effects of Dietary Levels of Calcium and Nonphytate Phosphorus in Broiler Starter Diets on Live Performance, Bone Development and Growth Plate Conditions in Male Chicks Fed a Corn-Based Diet. *International Journal of Poultry Science* v. 7, n. 7, p.638-645 2008.
- Crespo R, Shivaprasad H. Developmental, Metabolic, and Other Noninfectious disorders In Saif YM (Eds.), *Diseases of Poultry* 11 Ed. Iowa State Press, p.1055-1102, 2003.
- Dinev I. Clinical and morphological investigations on the prevalence of lameness associated with femoral head necrosis in broilers. *British Poultry Science*, May, v.50, p.284-290, 2009.
- Edwards JR HM. Efficacy of several vitamin D compounds in the prevention of tibial dyschondroplasia in broiler chickens. *The Journal of Nutrition*, v.120, p.1054-1061, 1990.

- Farquharson C, Rennie JS, Loveridge N, Whitehead CC. In vivo and in vitro effect of 1,25-dihydroxyvitamin D₃ and 1,25-dihydroxy-16-ene-23-yne-vitaminD₃ on the proliferation and differentiation of avian chondrocytes: their role in tibial dyschondroplasia. *Journal of Endocrinology*, p. 148, 1996b.
- 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*, v.41, n.8, p.1951-1955, 2012.
- Franco JRG, Murakami AE, Sakamoto MI, Martins EM, Moreira I & Pereira MADS. Efeito dos ionóforos e do balanço eletrolítico da dieta sobre o desempenho e a incidência de discondroplasia tibial em frangos de corte na fase inicial. *Revista Brasileira de Zootecnia, Maringá* v.33, n.1, p.135-145, 2004.
- Garcia AFQM, Murakami AE, Duarte CRA. Utilização de vitamina d e seus metabólitos na alimentação de frangos de corte [Dissertação de Mestrado] Universidade Estadual de Maringá, Abril de 2012.
- Khan SH, Shahid R, Mian AA, Sardar R and Anjum MA. Effect of the level of cholecalciferol supplementation of broiler diets on the performance and tibial dyschondroplasia. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v.94, p. 584-593.
- Kestin SC, Knowles TG, Tinch AE and Gregory NG. Prevalence of leg weakness in broiler chickens and its relationship with genotype. *Veterinary Research*, v. 131 p. 190-194, 1992.
- Knowles TG, Kestin SC, Haslam SM, Brown SN, Green LE, Butterworth A, Pope SJ, Pfeiffer D, Nicol CJ. Leg Disorders in Broiler Chickens: Prevalence, Risk Factors and Prevention. *PLoS ONE* 3(2): e1545. 10.1371/journal.pone.0001545.

- Leach Jr R, Monsonego EO. Tibial Dyschondroplasia 40 Years Later Poultry Science Association, v.86, p. 2053-2058, 2007.
- Lyon BG & Lyon CE. Color of uncooked and cooked broiler leg quarters associated with chilling temperature and holding time. Poultry Science, v. 81, p. 1916-1920, 2002.
- Leterrier C. Clinical anatomical differences in varus and valgus deformities of chick limbs suggest different an etio-pathogenesis. Avian Pathology v. 21, p. 429-442, 1992.
- Mcnamee PT & Smith JA. Bacterial chondronecrosis with osteomyelitis ('femoral head necrosis') of broiler chickens: a review. Avian Pathology, v.29, p.253-270, 2000.
- Mckay J. Leg abnormalities, in: Jackie, Wepruk (Ed.) Balancing production and welfare. Alberta Farm Animal Care Association. Annual report, p. 3-4, 2003.
- Mendonça Jr CX. Enfermidades do Sistema Locomotor. In: BERCHIERI JÚNIOR, A; MACARI, M. Doenças das Aves. Campinas: FACTA, p.29-36, 2000.
- Misirlioglu D, Carli KT, Sevimli A, Petek M. A pathological, bacteriological and serological approach to leg problems in broilers. Veteriner Bilimleri Dergisi v. 17, p. 101-108, 2001.
- Morris MP. National survey of leg problems. Broiler Industry, May, p. 20-24, 1993.
- Murakami A. Balance eletrolítico da dieta e sua influência sobre o desenvolvimento dos ossos de frangos. In Conferência APINCO 2000 de Ciência e Tecnologia Avícola. In: Anais... Santos: FACTA, v. 2, p. 40, 2000.
- Nääs IA, Almeida Paz, ICL, Baracho MS, Menezes AG, Oliveira L de KA, Bueno L GF, Neto MM, Carvalho VC, Almeida LIC, Souza AL. Assessing locomotion deficiency in broiler chicken. Scientia Agricola (Piracicaba, Brasil), v.67, n.2, p.129-135, March/April 2010.

- Nääs IA, Baracho MS, Bueno LGF, Moura DJ, Vercelino RA, Salgado DD. Use of Vitamin D to Reduce Lameness in Broilers Reared in Harsh Environments. *Brazilian Journal of Poultry Science*. ISSN 1516-635X, v.14, n.3, p. 159-232, Jul - Sept 2012.
- Oviedo-Rondón EO. Leg Health in Large Broilers. NC Broiler Supervisors' Short Course *Poultry Science Journal* v. 55, p.175-185, 2008.
- Oviedo-Rondón E, Small J, Wineland M, Christensen V, Mozdziak P, Koci M, Funderburk S, Ort D, Mann K. Broiler embryo bone development is influenced by incubator temperature, oxygen concentration and eggshell conductance at the plateau stage in oxygen consumption. *British Poultry Science* v. 49, n. 6, p. 666-676, 2008d.
- Oviedo-Rondón E. El Sistema de Producción Avícola de Carne: 1 El Modelo Americano XXV Curso de Especialización FEDNA: Avances em Nutrición Y Alimentación Animal 2009a.
- Oviedo-Rondón E. Aspectos Nutricionales que influyen Sobre La Incidencia de Problemas de Patas Em Pollos de Engorde XXV Curso de Especialización, 2009b.
- Oviedo-Rondón E, Wineland M, Funderburk S, Small J, Cutchin H, Mann M. Incubation conditions affect leg health in large, high-yield broilers *The Journal of Applied Poultry Research* v.18, p.640-646, 2009.
- Payne LF, Hughes JS and Leinhardt HF. 1932. The etiological factors involved in the malformation of bones in young chickens. *Kansas Agricultural Experiment Station* 11, p.158-165, 1932.
- Powell, K.C. e Bittar Filho, I. 2008. Atualidades em problemas locomotores em frango de corte. In: Conferência APINCO 2008 de Ciência e Tecnologia Avícola. Anais, FACTA. Santos-SP. pag. 187-196.

- Rath NC, Huff WE, Huff GR. Thiram-Induced Changes in the Expression of Genes Relating to Vascularization and Tibial Dyschondroplasia. *Poultry Science* v.86, p.2390-2395, 2007.
- Skinner-Noble DO and Teeter RG. An examination of anatomic, physiologic, and metabolic factors associated with well-being of broilers differing in field gait score. *Poultry Science Association, Inc.* Jan; 88 (1):2-9. 10.3382/ps.2006-00450, 2009.
- Smith DP, Northcutt JK. Discoloration of Broiler Breast Meat: ii. Effect of Cook Temperature and Freezing. *International Journal of Poultry Science* v.3, p.253-258, 2004.
- Sorensen P, Su G, Kestin SC. The effect of photoperiod: Scotoperiod on leg weakness in broiler chickens. *Poultry Science* v.78, p.336-342, 1999.
- Sorensen P, Su G, Kestin SC. Effects of age and stocking density on leg weakness in broiler chickens. *Poultry Science*, v.79, p.864-870, 2000.
- Sorensen P, Su G, Kestin SC. Meal feeding is more effective than early feed restriction at reducing the prevalence of leg weakness in broiler chickens. *Poultry Science* v.78, p.949-955, 1999.
- Torres CA, Vieira SL, Reis RN, Ferreira AK, Silva PX, Furtado FVF. Productive performance of broiler breeder hens fed 25-hydroxycholecalciferol. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.7, p.1286-1290, 2009.
- Tuan RS, Carson MJ, Jozefiak JA, Knowles KA, Shotwell BA. Calcium-transport function of the chick embryonic chorioallantoic membrane. II functional involvement of calcium-binding protein, Ca²⁺-Atpase and carbonic anhydrase. *Journal of Cell Science*, v.82, p.85-97, 1986.
- Talaty PN, Katanbaf MN, Hester PY. Bone mineralization in male commercial broilers and its relationship to gait score. *Poultry Science* v.89, p.342-348, 2009.

Ubabef. União Brasileira de Avicultura, Relatório Anual Ubabef 2012. Disponível em: <<http://www.abef.com.br/ubabefnovo/exibenoticiaubabef.php>>. Visualizado em: 25/03/2013.

Vercellino AR, Moura DJ, Maia APA, Medeiros BBL, Carvalho TRM, Salgado DD, Nääs IA. Different Light Intensity On The Behavior And Welfare Of Commercial Broiler Chicks An ASABE Conference Presentation Paper Number: ILES12-1766 Written for presentation at the Ninth International Livestock Environment Symposium Sponsored by ASABE Valencia Conference Centre Valencia, Spain July p.8-12, 2012.

Venäläinen 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* v. 47, p.301-310, 2006.

Whitehead CC, McCormack HA, Mctier L, Fleming RH. High vitamin D3 requirements in broilers for bone quality and prevention of tibialdyschondrplasia and interactions with dietary calcium available phosphorous and vitamin A. *British Poultry Science* v.45, p.425-436, 2004.

Waters RL, Mulroy S. The energy expenditure of normal and pathologic gait. *Gait & Posture* v.9, p. 207-231, 1999.

CAPÍTULO II
CARACTERÍSTICAS ÓSSEAS DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS
COM DIFERENTES NÍVEIS DE VITAMINA D

(Artigo redigido de acordo com as normas da Revista Brasileira de Ciência Avícola -
FACTA).

Projeto integralmente aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais -
CEUA/UFGD Número de protocolo: 009/2013.

CARACATERÍSTICAS ÓSSEAS DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE VITAMINA D

Resumo – A suplementação de vitamina D na dieta de frangos de corte visa atender a demanda fisiológica da mesma para a formação dos ossos. O rápido crescimento do frango de corte, normalmente implica no aparecimento de problemas locomotores relacionados à má formação dos ossos. Com isso, o aumento dos níveis e o uso de fontes mais disponíveis desta vitamina têm sido alternativas para a prevenção dos problemas locomotores e melhora no bem-estar animal. O estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a integridade óssea, rendimento de carcaça e o desempenho de frangos de corte de linhagem comercial com níveis de suplementação de 3500 UI de vitamina D (controle), controle + 1954 UI de 25-hidroxicolecalciferol e controle + 3500 UI de vitamina D, fornecidos na ração até o 21º dia. O experimento foi conduzido no Aviário Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados. Foram utilizados 1296 pintainhos de um dia, machos e fêmeas da linhagem Cobb[®] 500, distribuídos em esquema fatorial 2 x 3, sendo 2 sexos e 3 níveis de vitamina D. Todas as aves receberam água à vontade e ração isonutritiva, com exceção dos níveis de vitamina D. Aos 42 dias de idade das aves foram avaliadas em relação ao *gait score*, incidência de *valgus*, *varus* e lesão de coxim plantar. Ao abate, foram avaliados os pesos de carcaça, suas partes e vísceras, incidência e escore da síndrome do osso negro, colorimetria óssea, lesões de degeneração femoral e discondroplasia tibial. Os resultados indicaram não haver diferenças ($p>0,05$) entre os níveis de vitamina D e os sexos para o desempenho, *gait score*, *valgus* e *varus*, discondroplasia tibial, degeneração da cabeça do fêmur, colorimetria óssea e para as variáveis de rendimento (com exceção do rendimento de fígado e intestino). Correlações positivas foram observadas entre *gait score* e pododermatite com *valgus*. Conclui-se que o

nível de 3500 UI por quilograma de ração proporciona a melhor opção da relação custo benefício, na prevenção dos problemas locomotores em frango de corte.

Palavras-chave: *gait score*, discondroplasia tibial, *valgus*, *varus*, pododermatite.

BONE CHARACTERISTICS OF BROILER CHICKEN FED WITH DIFFERENTS LEVELS OF VITAMIN D

Abstract – The supplementation of vitamin D in feed broilers aims to attend the physiologic demand to the bone development. The fast growth of broilers, usually entail the bone development problems that are related to the bad bone development. With this, the increase of the levels and the use sources of vitamin D more available has been alternatives to the prevention of leg problems and improve of welfare. The study was conducted with the aim to evaluate the bone integrity, carcass yield, and the performance of broilers from commercial strain with supplementation of 3500 UI of vitamin D (control), 1954 UI 25-hydroxycholecalciferol + control, and control + 3500 UI of vitamin D, in feed until 21 days old. The experimente was carried in the experimental broiler house of the Ciências Agrárias College of the Universidade Federal da Grande Dourados. It was used 1296 chicks of one day old, males and female from the Cobb[®] 500 strain distributed in factorial 2 x 3, 2 sexes and 3 levels of vitamin D. All birds received water *ad libitum* and fed isonutritive with exception to the levels of the levels of vitamin D. At 42 days of age, the birds was evaluated in relationship to the *gait score*, incidence of *valgus*, *varus* and footpad lesions. At slaughter it was evaluated the carcass weight, it's parts and entrails, incidence and score of syndrome of bone marrow, colorimetry bone, lesions of femoral degeneration and dyschondroplasya tibial. The results indicate not significant differences ($p>0,05$) among the levels of vitamin D and sexes to the performance, *gait score*, *valgus e varus*, tibial dyschondroplasia, degeneration of femur head, bone colorimetry and to the yield variables (exception of the liver and gut yield). Positives correlations were observed between *gait score* and pododermatites with *valgus*. It was concluded that the level of

3500 UI of vitamin D by kilograma of feed provides the best option to the relation cost benefit to the leg problems prevention in broilers.

Key words: *gait score*, tibial dyschondroplasia, *valgus*, *varus*, footpad lesions.

INTRODUÇÃO

A adição de vitamina D na dieta de frangos de corte visa, dentre outras funções, atender à demanda deste nutriente para que ocorra a completa formação óssea. As aves possuem capacidade própria para a síntese de pequena quantidade desta vitamina, porém não o suficiente para atender a demanda do organismo, principalmente porque os ambientes de criação não recebem radiação solar para que haja ativação endógena desta vitamina. As atuais linhagens de frango de corte selecionadas para crescimento rápido, apresentam metabolismo acelerado em relação às aves não selecionadas geneticamente para tal. A vitamina D, na forma 1,25-dihydroxycholecalciferol é responsável pela ativação da proteína ligadora de cálcio presente nos enterócitos, que atua na absorção do cálcio proveniente da dieta, possibilitando o crescimento a remodelação dos ossos (Reece, 2006).

Mesmo com a suplementação da vitamina D em níveis acima dos recomendados pelas tabelas de Rostagno *et al.* (2011), ainda observam-se problemas relacionados à formação dos ossos em frangos de corte como por exemplo a ocorrência de discondroplasia tibial (Whitehead *et al.*, 2004; Khan *et al.*, 2010). O rápido crescimento e ganho de peso destas aves fazem com que o esqueleto sofra algumas alterações anatômicas e fisiológicas para sustentar o seu sobrepeso, resultando na ocorrência da discondroplasia tibial, degeneração femoral e em deformações angulares como *valgus*, *varus* e, ocasionalmente o raquitismo (Khan *et al.*, 2010).

O aparecimento dos problemas locomotores em frangos de corte possui relação direta com o peso corporal e com a idade das aves, ou seja, quanto mais jovens e pesadas forem, maior a incidência dos problemas locomotores (Nääs *et al.*, 2010).

A assimilação e ou absorção da vitamina D pelo organismo depende de alguns fatores como, altas temperaturas no ambiente de criação, alta densidade de alojamento,

com maior importância nas últimas semanas de criação devido ao maior peso das aves, e assim possuindo menor espaço para a movimentação no galpão, o que aumenta o nível de estresse, comprometendo o bem-estar animal, com consequente prejuízo no desempenho (Ravindranet *et al.*, 2006; Almeida Paz *et al.*, 2010).

Segundo Mendonça Jr (2000) em lotes bastante acometidos por problemas locomotores, a eliminação de aves refugos em função do problema pode ser de 3 a 6% até o final da criação. Estas aves podem ter grande dificuldade para caminhar ao ponto de não conseguirem mais alcançar a ração e a água, apresentando redução no crescimento e, em poucos dias tornam-se muito menores em relação à maioria dos animais do lote. O maior impacto econômico dos problemas locomotores ocorre no abatedouro, devido ao excesso de condenações por contusões, fraturas, celulites, lesões de coxim plantar e escoriações que, são originadas do pisoteamento pelas aves saudáveis do lote, na disputa por comida, água, ou por locais privilegiados de temperatura no interior do galpão (Oviedo-Rondón, 2008).

Com o objetivo de evitar estas perdas na produção de frango de corte, pesquisadores têm focado seus estudos na busca por soluções para o problema. Dessa forma, um dos focos principais tem sido a nutrição, por meio da suplementação de vitamina D e seus metabólitos na ração para frangos de corte. A vitamina D regula a homeostase do cálcio e do fósforo, aumentando a captação intestinal destes minerais, diminuindo as perdas renais e estimulando a reabsorção óssea. A carência do metabólito $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ diminui a absorção de cálcio no intestino, ossos e túbulos renais, comprometendo a formação e integridade dos ossos (Garcia *et al.*, 2012).

O experimento foi conduzido para avaliar os efeitos de três níveis de vitamina D na dieta, fornecidos do 1º ao 21º dia de idade sobre as características ósseas, variáveis de desempenho, habilidade para locomoção e rendimento de carcaça.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Aviário Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados. Foram alojados de 1296 pintainhos de um dia (648 machos e 648 fêmeas) da linhagem Cobb[®] 500, em aviário com dimensões de 50m de comprimento, 10m de largura e pé direito de 3m, subdividido em boxes, com área de 4,5m² cada, em densidade de 12 aves por m². As aves foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 (dois sexos e três níveis de vitamina D), em seis tratamentos com quatro repetições de 54 aves cada.

O galpão encontrava-se equipado com bebedouros pendulares, comedouros tubulares, cortinas e sobrecortinas, exaustores, placas evaporativas, ventiladores e nebulizadores para o controle da temperatura interna. O aquecimento inicial foi realizado por uma lâmpada infravermelha de 250 W em cada box. A iluminação artificial do galpão foi fornecida de forma a completar 20 horas diárias, com lâmpadas de 40 W, obtendo-se 83 lúmens/m² durante todo o período de criação. Os equipamentos foram acionados automaticamente, de acordo com a programação realizada em painel eletrônico, visando atender a temperatura de conforto das aves, baseada na idade das mesmas.

Todas as aves receberam água ad *libitum* e rações isonutritivas, com exceção dos níveis de vitamina D, do 1º ao 21º dia. Os tratamentos avaliados foram: tratamento 1 - 3500 UI de vitamina D, tratamento 2 - 3500 UI de vitamina D + 1954 UI de 25-hidroxicolecalciferol e tratamento 3 - 7000 UI de vitamina D. Esses níveis foram definidos baseados na considerável ocorrência de problemas locomotores em frangos de corte, em condições de campo, suplementados com níveis menores de 3500 UI de vitamina D por quilograma de ração, na fase inicial de criação. O arçoamento foi dividido em quatro

fases, conforme Quadro 1.

Quadro 1. Composição nutricional da ração por fase de criação.

Ingredientes	Pré-inicial (0 a 7 dias)	Inicial (8 a 18 dias)	Crescimento (19 a 36 dias)	Final (37 dias até o abate)
Prot. Bruta (%)	22,5	21	18	18
Lisina (%)	1,4	1,1	1	1
Metionina (%)	0,6	0,51	0,45	0,45
Cálcio (%)	0,92	0,84	0,68	0,68
Fósforo (%)	0,51	0,52	0,45	0,40

Nota: Demais níveis nutricionais foram baseados nas recomendações de Rostagno *et al.* (2011).

Para avaliação do desempenho (ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar), as aves foram pesadas semanalmente, em porcentagem mínima de 20% das aves de cada boxe. Da mesma forma, as sobras de ração também foram pesadas, obtendo-se o consumo de ração semanal.

Gait score

Aos 42 dias de idade foi realizada a avaliação do *gait score* em 100% das aves. A escala de notas atribuídas foi de 0 a 5, de acordo com o número de passos que a ave caminhava em um (1) metro. A nota 0 (zero) foi atribuída às aves que caminharam 10 passos, nota 1 (um) para 6 a 9 passos, nota 2 (dois) para 4 a 5 passos, nota 3 (três) para aves que caminharam até 3 passos, nota 4 (quatro) para aves que apresentavam claudicação e nota 5 (cinco) para aves que não conseguiam caminhar (Kestin *et al.*, 1992)

Valgus e varus

Aos 42 dias de idade foi realizada a avaliação de *valgus* e *varus* em 50% das aves experimentais. A avaliação foi baseada em metodologia descrita por Almeida Paz *et al.*

(2010), utilizando-se um paquímetro e um transferidor para aferir o ângulo encontrado entre o terceiro dedo e a tíbia das pernas direitas e esquerdas destas aves. Ângulos maiores que 10° positivos caracterizaram *valgus* e menores que 10° negativos *varus*, conforme ilustrado na Figura 1.

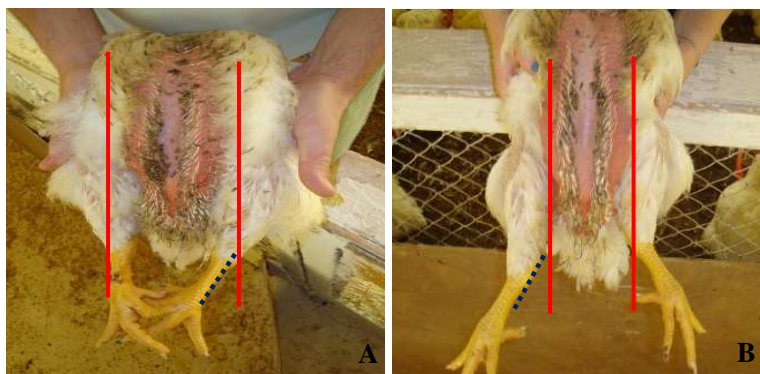


Figura 1. Casos de deformidades angulares *varus* (A) e *valgus*(B).

Lesão de Coxim Plantar

A avaliação da lesão de coxim plantar foi realizada em 50% das aves utilizando-se escala de notas de 0 a 2, onde, a nota 0 (zero) foi atribuída a aves isentas de lesão no coxim plantar, nota 1 (um) para lesões com até 5 mm de diâmetro e nota 2 (dois) para lesões acima de 5 mm de diâmetro, sendo a avaliação realizada nos dois pés (Figura 2).

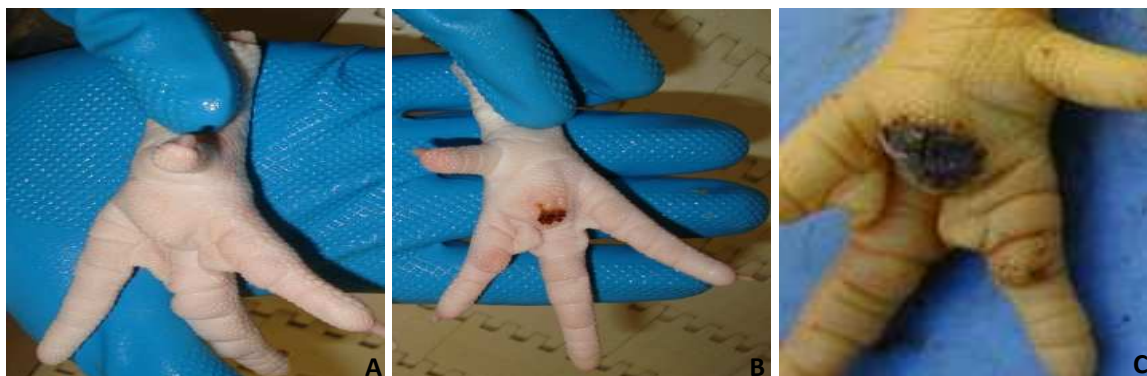


Figura 2. Classificação dos escores de lesão do coxim plantar. Escores 0, 1 e 2, representados pelas letras A, B e C respectivamente.

Ao final do período experimental (42 dias), foram abatidas 144 aves adotando-se o procedimento tradicional de abate. As aves foram identificadas por anilhas, de acordo com o escore o seu *gait score*. Foram identificadas 4 aves de cada *gait score* (de 0 a 5) totalizando 24 aves por tratamento. Durante o abate foram avaliados os arranhões antigos na carcaça (ocorridos durante a criação) e os arranhões recentes (possivelmente ocorridos durante a apanha e transporte). Após a evisceração as carcaças foram pesadas para a determinação do seu rendimento, sendo posteriormente desmembradas em peito, coxa e sobrecoxa, asas, dorso, coração, fígado, moela, intestino e pescoço com cabeça, que foram individualmente pesados para avaliação de seus rendimentos.

Degeneração femoral

Para a avaliação da degeneração femoral, avaliou-se a cabeça do fêmur direito e esquerdo. A inspeção foi macroscópica, observando-se a integridade da cabeça do fêmur, e as notas atribuídas foram de 1 a 5. O escore 1 foi atribuído para o fêmur com a cabeça íntegra, com a cápsula articular intacta, escore 2 para o osso ainda íntegro, mas com despreendimento da cápsula articular, ou parte dela, escore 3 para a cabeça do fêmur sem cartilagem e parcialmente quebrada, escore 4 para a cabeça do fêmur bastante deformado, com exposição avermelhada do tecido conjuntivo ósseo, porém sendo ainda possível verificar seu contorno, ou sua forma anatômica, e escore 5 atribuído para a cabeça do fêmur que perdeu a forma anatômica, tornando impossível o reconhecimento do seu contorno (Almeida Paz *et al.*, 2008). Estes escores estão representados na Figura 3.

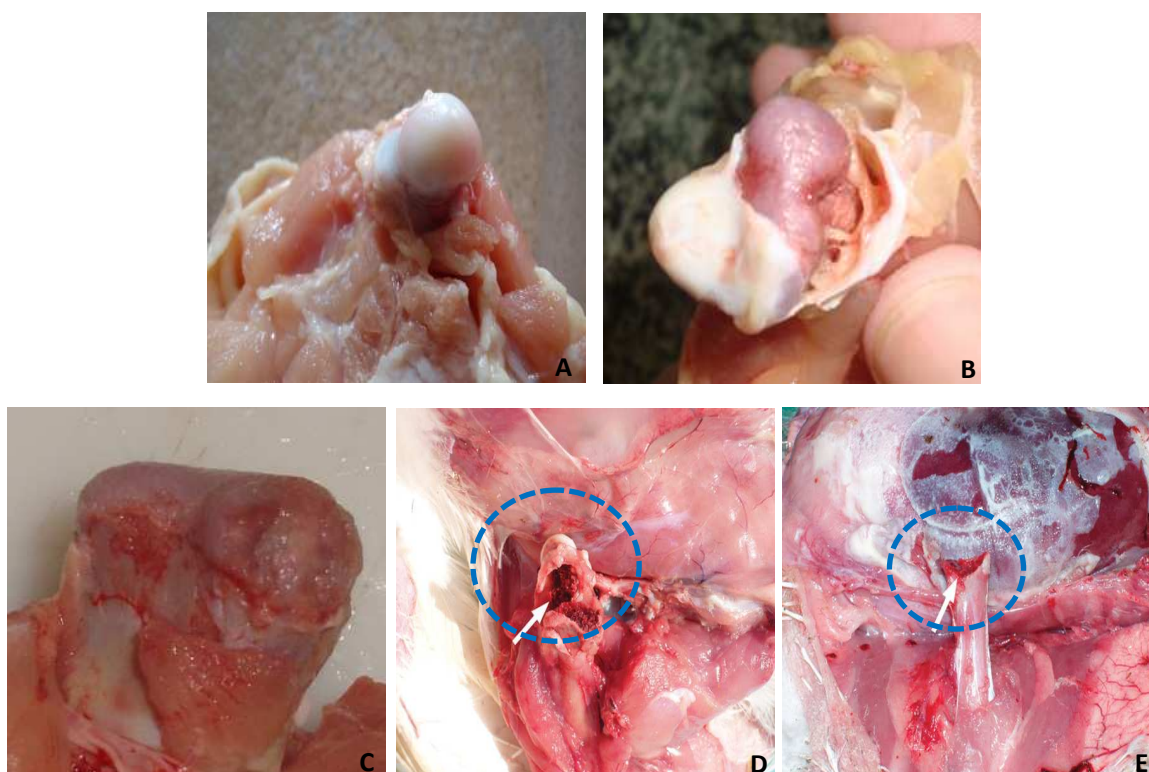


Figura 3. Classificação dos escores 1, 2, 3, 4 e 5 de degeneração femoral, representados pelas letras A, B, C, D e E respectivamente.

Discondroplasia tibial

Para a avaliação da discondroplasia tibial, foi realizado o seccionamento longitudinal do osso, tanto do esquerdo como do direito, de forma a ser visualizada toda a cartilagem da zona de crescimento ósseo. As notas atribuídas foram de 0 a 4 onde, o escore 0 (zero) foi atribuído ao osso com zona de crescimento íntegra, 1 (um) para o acúmulo de cartilagem de até 3 mm fora da faixa de crescimento normal, 2 (dois) para extensão de lesões entre 3 a 6 mm, escore 3 (três) para lesões com mais de 6 mm e 4 (quatro) para casos onde a lesão se estendia na grande parte, ou em praticamente toda a epífise da tíbia (Almeida Paz *et al.*, 2008).

As dimensões destas lesões são representadas pela Figura 4.

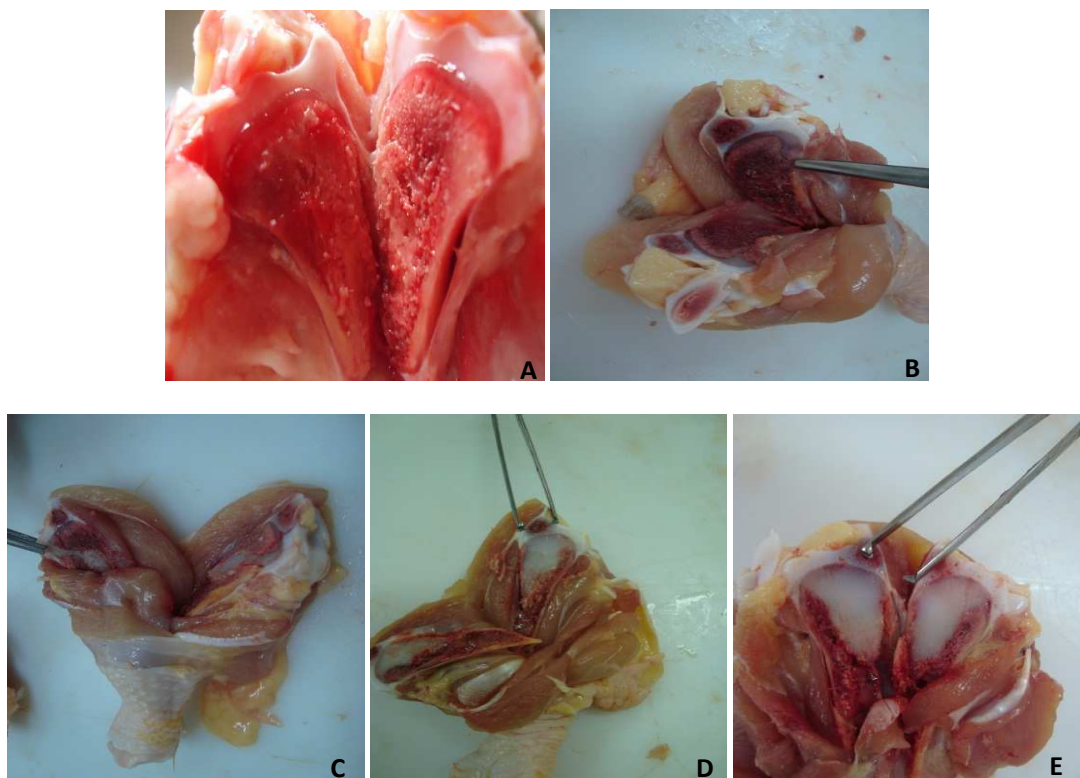


Figura 4. Classificação dos escores de lesão 0, 1, 2, 3 e 4 de discondroplasia tibial, representados pelas letras A, B, C, D e E respectivamente.

Colorimetria Óssea e Síndrome do Osso Negro

A avaliação colorimétrica do osso cru das coxas e sobrecoxas direita foi realizado em 36 amostras de tíbias e fêmurs por meio de um colorímetro Minolta® 400R, operando com iluminante D65 e ângulo de visão de 10°, no sistema CIELAB, posicionado na região da epífise proximal destes ossos. Os parâmetros avaliados foram a luminosidade (L^*), teor de vermelho (a^*) e o teor de amarelo (b^*), sendo realizadas três leituras em cada epífise e obtida a média das mesmas.

A mesma quantidade de coxas e sobrecoxas (36) foram utilizadas para a avaliação da síndrome do osso negro, sendo assadas em forno elétrico até atingirem a temperatura interna de 90°C, em tempo aproximado de 25 a 30 minutos.

Após as amostras serem assadas, foram analisadas macroscopicamente para a avaliação do escurecimento da carne ao redor do osso, atribuindo-se escores referente a sua

coloração aparente, sendo o escore 0 (zero) para a amostra com a carne próxima ao osso sem escurecimento, escore 1 (um) para amostra com a carne ao redor do osso um pouco escurecida e escore 2 (dois) para o tecido muscular ao redor do osso bastante escurecido.

Análise Estatística

Os dados foram analisados com o auxílio do pacote computacional SAS versão 9.2 (SAS Institute, Cary, NC, USA) e submetidos a análises exploratórias preliminares, para eliminar dados discrepantes ("outliers") e aos testes de Shapiro-Wilk, para verificar a normalidade dos resíduos e Bartlett para homogeneidade entre as variâncias. Após as análises preliminares, as características que atenderam às pressuposições foram submetidas a análise de variância e posterior comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as características que não atenderam as pressuposições, e as de natureza não paramétrica, foi utilizado o teste do Chi-quadrado, quando as frequências observadas e esperadas nas caselas na tabela de contingência foram superior a cinco. O teste de Fischer foi utilizado quando este número não foi atingido. Em ambos os casos adotou-se nível de significância de 95%. Também foi verificada a associação linear entre as características e, quando a análise envolvia características de natureza não paramétricas, adotou-se o coeficiente de correlação de Spearman, caso contrário, adotou-se o coeficiente de correlação de Pearson. Em ambos os casos adotou-se nível de significância de 95%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sexo e os diferentes níveis de vitamina D não influenciaram as características de desempenho das aves (Tabela 1).

Tabela 1. Peso médio, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte, machos e fêmeas, alimentados com dietas contendo níveis distintos de vitamina D, do 1º ao 21 º.

Características	Níveis	Sexo		Média	CV%	Valor de p
		Fêmea	Macho			
Peso médio (kg)	3500 UI	2,71	2,90	2,81	8,88	0,86
	5454 UI	2,73	2,73	2,73		
	7000 UI	2,75	2,84	2,79		
	Média	2,73	2,82			
Consumo de ração (kg)	3500 UI	4,33	4,51	4,42	6,34	0,95
	5454 UI	4,34	4,41	4,38		
	7000 UI	4,43	4,40	4,42		
	Média	4,37	4,44			
Ganho de peso (gramas)	3500 UI	0,55	0,59	0,57	22,10	0,93
	5454 UI	0,50	0,56	0,53		
	7000 UI	0,53	0,58	0,56		
	Média	0,53	0,58			
Conversão alimentar (kg)	3500 UI	1,60	1,56	1,58	4,21	0,76
	5454 UI	1,59	1,62	1,61		
	7000 UI	1,57	1,61	1,59		
	Média	1,59	1,59			

Nota: A ausência de letras nas linhas e nas colunas indica a não observância de diferença estatística entre os tratamentos.

Estes resultados corroboram com os obtidos por outros autores (Fritts & Waldroup, 2005; Rao *et al.*, 2008) que também não encontraram diferenças ($p > 0,05$) de desempenho frente ao uso de diferentes níveis de vitamina D na dieta de frango de corte.

Esse resultado pode ser entendido frente a algumas considerações, como pelo fato de não ter havido efeito dos níveis de vitamina D sobre a incidência de problemas locomotores, de modo que todas as aves tiveram a mesma facilidade em alcançar a água e a ração e, portanto, iguais condições de expressarem o seu potencial. Alia-se a isto o fato

de que o menor nível de vitamina D utilizado foi relativamente alto comparados às recomendações nutricionais brasileiras (Rostagno *et al.*, 2011). A interferência no ganho de peso poderia acontecer caso os níveis de cálcio e fósforo estivessem desbalanceados pois, nesta condição, a vitamina D atuaria de forma a compensar este desbalanço, aumentando a absorção intestinal e diminuindo a excreção renal, para garantir a homeostase destes minerais no organismo (Waldentest, 2006). Pesquisa realizada por Khan *et al.* (2010), com níveis inferiores de vitamina D (200, 1500, 2500 e 3500UI de colecalciferol) demonstrou melhores resultados para as variáveis de peso corporal, conversão alimentar aos 28 e 42 dias, no nível máximo utilizado.

Entretanto, ao estudar altos níveis de vitamina D, de 5, 20, 125 e 250 mg/kg de ração com dois níveis de cálcio (8 e 13 mg/kg de ração), e duas inclusões de fósforo (3,5 e 5 mg/kg de ração) para frangos de corte até os 14 dias, Whitehead (2004) observou aumento significativo no peso corporal e na resistência óssea, proporcionalmente ao aumento da suplementação da vitamina D. O autor sugeriu que os níveis de vitamina D para frangos de 0 a 14 dias deveriam ser maiores do que os preconizados pelo NRC (1994).

O ganho de peso, a conversão alimentar, a quantidade de cinzas na tíbia, e os níveis séricos de cálcio e de fósforo diminuíram significativamente em frangos alimentados com concentrações subestimadas de cálcio e fósforo, quando comparados com aves submetidas à dieta com níveis nutricionais balanceados (Rao *et al.*, 2008). A mesma afirmação é feita por Waldentest (2006) ao demonstrar que, em dietas com níveis de cálcio ou fósforo abaixo dos ideais, houve influência direta no aumento da necessidade da vitamina D pelo organismo.

Sendo assim, infere-se que o desempenho pode não ter sido influenciado pela suplementação de vitamina D pois os níveis de cálcio e fósforo da dieta encontravam-se balanceados, dispensando maiores suplementações desta vitamina. Portanto, para dietas

ajustadas em relação aos níveis de cálcio e fósforo, a adição de níveis elevados de vitamina D na ração não resulta em melhora significativa ($p < 0,05$) nos parâmetros de desempenho.

Neste trabalho também foram observadas correlações altas e positivas entre o peso corporal e o peso dos cortes (asa, peito, dorso, coxa e sobrecoxa) que por sua vez também apresentaram correlação alta e positiva entre si, estando demonstradas no (Quadro 2).

Quadro 2. Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis peso da carcaça (PC) peso de peito (PP), coxa e sobrecoxa (CS), asa, dorso (Do), coração (Co) fígado (Fíg), moela (Moe), intestino (Int), pescoço com cabeça (PCC), gordura abdominal (GA), discondroplasia tibial na perna direita (DTD), discondroplasia tibial na perna esquerda (DTE), degeneração femoral na perna direita (DFD), degeneração femoral na perna esquerda (DFE).

	PC	PP	CS	Asa	Do	Co	Fíg	Moe	Int	PCC	GA	DTD	DTE	DFD	DFE
PC	1,00	0,92***	0,87***	0,87***	0,81***	0,48***	0,56***	0,47***	0,56***	0,65***	0,25**	ns	ns	0,30**	0,24*
PP	-	1,00	0,81***	0,78***	0,73***	0,45***	0,56***	0,45***	0,56***	0,61***	0,30***	ns	ns	0,32**	0,30**
CS	-	-	1,00	0,85***	0,65***	0,41***	0,53***	0,51***	0,60***	0,74***	0,26**	ns	ns	0,35***	0,29**
Asa	-	-	-	1,00	0,75***	0,52***	0,51***	0,47***	0,52***	0,68***	0,22*	ns	ns	0,29**	0,22*
Do	-	-	-	-	1,00	0,54***	0,43***	0,32***	0,45**	0,40***	0,26**	ns	ns	0,40***	0,32**
Co	-	-	-	-	-	1,00	0,35***	0,46***	0,31***	0,36***	0,24**	ns	ns	ns	ns
Fíg	-	-	-	-	-	-	1,00	0,32***	0,53***	0,53***	0,40***	ns	ns	0,31**	0,34***
Moe	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,50***	0,54***	0,25**	ns	ns	ns	ns
Int	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,58***	0,37***	ns	ns	0,28**	0,32**
PCC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,29***	ns	ns	0,24*	ns
GA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	ns	ns	0,30**	0,27**
DTD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,71***	ns	ns
DTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	ns	0,22*
DFD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,67***
DFE															1,00

Nota: ns: não significativo, * p<0,05 ** p<0,01 ***p<0,001.

Esses resultados seguem a tendência de que, quanto maior o peso corporal, maior é o peso de cada corte da carcaça e dos órgãos. Outra importante correlação positiva observada é a de que o peso de carcaça está relacionado com a presença de degeneração femoral nas pernas direitas e esquerdas. Para a discondroplasia tibial não houve correlação com nenhuma outra variável. Esse resultado corrobora com o encontrado por Almeida Paz *et al.* (2008), que ao comparar a degeneração femoral entre sexos, verificou alta incidência (acima de 80%) desta enfermidade em machos, que possuem peso maior que o das fêmeas. Em relação à degeneração femoral, houve correlação positiva entre os principais cortes comerciais do frango de corte como coxa e sobrecoxa, peito e asa. Também observa-se correlação positiva entre a perna esquerda com a direita. Embora observadas estas correlações, Dinev (2009) observou que a causa da degeneração do fêmur teve origem infecciosa em 90% das amostras estudadas, tendo a bactéria *E. Coli* como agente infeccioso.

A prevalência de aves com degeneração femoral, de acordo com o escore de lesão está demonstrado a seguir (Tabela 2).

Tabela 2. Porcentagem de degeneração femoral, por escore de lesão, de acordo com os níveis de vitamina D e os sexos.

Característica	Níveis	Fêmea		Macho	
		% de scores de lesão (1 a 5)		% de scores de lesão (1 a 5)	
		1	2	1	2
Degeneração Femoral	3500 UI	34	8,8	34	12
	5454 UI	43	14	47	23
	7000 UI	55	2,77	44	19

Nota: Não foram observadas lesões com escores de 3 a 5.

Rendimento de Carcaça e Cortes

Não houve efeito ($p > 0,05$) do sexo e dos níveis de vitamina D sobre o rendimento da carcaça inteira, do peito, da coxa e sobrecoxa, asa, pé e dorso (Tabela 3).

Tabela 3. Rendimento da carcaça e dos principais cortes (peito, coxa e sobrecoxa, asa, pé e dorso) de frango de corte, suplementados com diferentes níveis de vitamina D.

Características	Níveis	Sexo		Média	CV%	Valor de p
		Fêmea	Macho			
Rendimento de Carcaça (%)	3500 UI	73,23	73,19	73,21	3,01	0,45
	5454 UI	72,94	74,01	73,45		
	7000 UI	73,21	74,00	73,65		
	Média	73,11	73,73			
Rendimento de peito (%)	3500 UI	41,28	40,90	41,08	6,34	0,46
	5454 UI	40,82	40,91	40,86		
	7000 UI	39,62	40,74	40,22		
	Média	40,06	40,85			
Rendimento de coxa e sobrecoxa (%)	3500 UI	28,64	29,43	29,04	6,39	0,22
	5454 UI	29,52	29,05	29,29		
	7000 UI	28,32	29,42	28,91		
	Média	28,88	29,30			
Rendimento de asa (%)	3500 UI	10,39	10,44	10,41	8,03	0,95
	5454 UI	10,53	10,29	10,41		
	7000 UI	10,46	10,36	10,41		
	Média	10,46	10,36			
Rendimento de pé (%)	3500 UI	4,33	5,17	4,78	11,18	0,0001
	5454 UI	4,32	4,96	4,64		
	7000 UI	4,46	5,06	4,79		
	Média	4,36	5,06			
Rendimento de dorso (%)	3500 UI	19,24	18,24	18,73	9,54	0,11
	5454 UI	18,16	18,95	18,55		
	7000 UI	19,46	18,84	19,12		
	Média	18,89	18,68			

Esses resultados corroboram com os encontrados por Angel *et al.* (2006), que também não encontraram diferenças significativas no rendimento de carcaça de frangos suplementados com diferentes níveis de fósforo e fontes de vitamina D, incluindo a 25-hidroxicolecalciferol. Por outro lado Korver (2005) e Brito *et al.*, (2010) verificaram aumento no rendimento de carcaça em função do uso da fonte 25-hidroxicolecalciferol, quando comparada com a vitamina D, porém sem explicação sobre essa diferença.

Em relação ao rendimento das vísceras, foram observadas diferenças ($p < 0,05$) apenas para o rendimento do fígado e do intestino (Tabela 4).

Tabela 4. Rendimento das vísceras de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de vitamina D.

Características	Níveis	Sexo		Média	CV%	Valor de p
		Fêmea	Macho			
Rendimento de Coração (%)	3500 UI	0,53	0,56	0,54	20,34	0,69
	5454 UI	0,53	0,56	0,55		
	7000 UI	0,55	0,52	0,53		
	Média	0,54	0,55			
Rendimento de moela (%)	3500 UI	1,69	1,53	1,61	16,47	0,07
	5454 UI	1,63	1,48	1,56		
	7000 UI	1,66	1,55	1,60		
	Média	1,66	1,52			
Rendimento de fígado (%)	3500 UI	2,18aAB	2,13aA	2,16	11,96	0,0002
	5454 UI	2,34aA	2,01bA	2,17		
	7000 UI	2,07aB	1,99aA	2,03		
	Média	2,20	2,04			
Rendimento de intestino (%)	3500 UI	4,00aA	3,85aAB	3,93	16,23	0,0083
	5454 UI	4,36aA	3,69bB	4,02		
	7000 UI	3,81aA	4,21aA	4,05		
	Média	4,08	3,92			
Rendimento de pescoço com cabeça (%)	3500 UI	9,84	10,22	10,03	15,37	0,77
	5454 UI	9,79	9,59	9,70		
	7000 UI	9,57	9,66	9,62		
	Média	9,74	9,81			
Rendimento de gordura abdominal (%)	3500 UI	2,87	2,58	2,72	32,64	0,0064
	5454 UI	3,45	2,49	2,99		
	7000 UI	3,03	2,53	2,77		
	Média	3,13	2,54			

Nota: Médias seguidas de mesmas letras não diferem estatisticamente entre si, minúsculas na linha e maiúscula na coluna, pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade.

O maior rendimento ($p < 0,05$) de fígado entre sexos foi das fêmeas em relação ao dos machos para o nível 2 (3500 UI de vitamina D + 1954 de 25-hidroxicolecalciferol) e, entre as fêmeas o maior rendimento do fígado ($p < 0,05$) ocorreu para o nível 2 (3500 UI de vitamina D + 1954 de 25-hidroxicolecalciferol) em relação ao nível 3 (7000 UI de vitamina D). Para os machos não houve diferença ($p > 0,05$) de rendimento entre os níveis avaliados.

Para o rendimento do intestino, a diferença ($p < 0,05$) ocorreu entre os níveis para os machos, onde o nível 3 (7000 UI de vitamina D) teve maior rendimento de intestino em relação ao nível 2 (5454 UI). Na comparação entre sexos, a diferença observada ($p < 0,05$) foi

no nível 2 (3500 UI de vitamina D + 1954 de 25-hidroxicolecalciferol), onde as fêmeas tiveram maior rendimento de intestino em relação aos machos. Para as demais variáveis de rendimento estudadas, não foram verificadas diferenças ($p>0,05$) entre níveis ou entre sexos.

Discondroplasia tibial

Com auxílio do teste de Fisher verificou-se independência ($p>0,05$) dos efeitos dos níveis de inclusão de vitamina D e do sexo sobre a incidência de discondroplasia tibial esquerda e direita. A incidência de discondroplasia tibial foi bem baixa sendo 3%, 2,77% e 3,22% para os níveis 3500 UI, 3500 UI + 1954 UI de 25-hidroxicolecalciferol e de 7000 UI de vitamina D respectivamente, demonstrando desta forma, que todos os níveis de vitamina D foram eficazes na prevenção do problema.

Ao utilizar rações contendo 0,80% de Ca e 0,50% de P, e com níveis de vitamina D entre 5000 UI a 10000 UI por quilograma de ração, Whitehead (2009) observou menor incidência de discondroplasia tibial em aves alimentadas com estas rações em relação aos níveis abaixo de 5000 UI. Esse resultado corrobora com os resultados do presente estudo, onde observou-se a porcentagem de discondroplasia tibial em torno de 3% para os três níveis de vitamina D estudados.

Valgus, Varus, Gait Score e Arranhões na Carcaça

As características das variáveis analisadas quanto aos desvios de articulação e em relação à forma de caminhar como, *valgus* esquerdo e direito, *varus* esquerdo e direito, *gait score*, lesões de coxim plantar, além dos arranhões novos e arranhões velhos da carcaça, estão apresentadas em porcentagem na Tabela 5.

Tabela 5. Porcentagem de *valgus* na perna direita (VAD), *valgus* na perna esquerda (VAE), *varus* na perna direita (VRD), *varus* na perna esquerda (VRE), arranhão novo (AN), arranhão velho (AV) e do *gait score*, avaliado aos 42 dias.

	Fêmea			Macho		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
VAD	17,88	25,80	17,39	26,5	43,51	45
VAE	21,85	43,55	20,65	29	51,56	58,75
VRD	14,6	8,87	9,78	9,4	0,78	3,75
VRE	7,28	5,64	7,60	8,55	0,78	3,75
NA	7,92	2,97	8,91	5,94	9,90	7,92
AV	4,95	2,97	3,96	4,95	4,95	11,88
Gait Score						
0	18,5	23,36	27,83	26,83	15,24	14,83
1	24	34,6	39,15	26,83	30	24,40
2	40	32	24,53	23,41	30	27
3	7,6	7,5	3,3	16,58	19	21
4	1,42	1,40	2,83	3,41	1,90	3,83
5	1,42	0,93	2,36	1,95	3,80	3,35

Nota: T1 (3500 UI de vitamina D), T2 (3500 UI de vitamina D + 1954 UI de 25-hydroxicolecalciferol) e T3 (7000 UI de vitamina D)

A incidência de *valgus* tendeu a ser maior na perna esquerda assim como prevalece a ocorrência de *varus* na perna direita, para ambos os sexos.

Em relação ao *gait score*, para todos os tratamentos, cerca de 80% das fêmeas tiveram escores entre zero a dois e os mesmos escores foram atribuídos para aproximadamente 75% dos machos. Para as aves com maior dificuldade locomotora (escores 4 e 5), o percentual foi de aproximadamente 3% para as fêmeas e de 5% para os machos. Possivelmente isso ocorra devido ao maior ganho de peso apresentado pelos machos. Não houve efeito dos tratamentos sobre as variáveis analisadas na Tabela 5.

No estudo de problemas locomotores em frangos de corte é muito importante a avaliação da presença da pododermatite, pois essa lesão pode interferir não só na piora do *gait score* pelo desconforto ou dor que causa à ave, como também pode levar à ocorrência de

valgus, pois a ave retira o peso da pata lesada ao caminhar, sobrecarregando a outra pata, o que altera a angulação das mesmas e portanto o escore ao andar.

Os desvios de angulação e forma de caminhar foram avaliados por testes não paramétricos e correlacionados entre si (Tabela 6).

Tabela 6. Coeficientes da correlação de Spearman entre as variáveis *gait score*, (GS), *valgus* na perna direita (VD), *valgus* na perna esquerda (VE), *varus* na perna direita (VRD), *varus* na perna esquerda (VRE), pododermatite direita (PD), pododermatite esquerda (PE), arranhão novo (AN) e arranhão velho (AV).

	GS	VD	VE	VRD	VRE	PD	PE	AN	AV
GS	1,00	0,24***	0,17**	ns	ns	Ns	ns	ns	ns
VD	-	1,00	0,74***	ns	ns	0,65***	0,60***	ns	ns
VE	-	-	1,00	ns	ns	0,54***	0,57***	ns	ns
VRD	-	-	-	1,00	0,57***	Ns	ns	ns	ns
VRE	-	-	-	-	1,00	Ns	0,21*	ns	ns
PD	-	-	-	-	-	1,00	0,87***	ns	ns
PE	-	-	-	-	-	-	1,00	ns	ns
NA	-	-	-	-	-	-	-	1,00	ns
AV	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00

Nota: ns: não significativo, * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$.

Embora de maneira fraca, o *gait score* correlacionou-se positivamente com VD e VE. É comum a dificuldade de caminhar ter origem de problemas locomotores que, como o *valgus*, acometendo as pernas direitas esquerdas das aves. A correlação positiva também ocorreu entre *valgus* da perna direita com *valgus* da perna esquerda pois, havendo qualquer problema em um dos membros, naturalmente a ave passa a sobrecarregar o outro membro devido a dor ou desconforto que sente ao apoiar o peso para caminhar, o que leva à ocorrência da anomalia no outro membro, anteriormente não afetado. Da mesma forma, correlação positiva ocorreu entre *valgus* (direito e esquerdo) e pododermatite (direita e esquerda) de modo que, a ocorrência da lesão de coxim plantar, implica em dor ou

desconforto, fazendo com que a ave desloque a maior parte do peso para a outra pata, abrindo a angulação em relação à normal, ocorrendo então o *valgus*. A correlação positiva entre VRD e VRE se dá em função da tentativa de manter o ponto de equilíbrio corporal. Uma vez ocorrendo *varus* em uma das patas (angulação negativa), a outra pata também terá que compensar esse desvio de angulação, equilibrando a maior parte do peso do corpo, sobrecarregando-a e predispondo-a também ao surgimento de *varus*.

Em seus estudos, Fernandes *et al.* (2012) analisaram a correlação entre *gait score* e *valgus* e observaram que o deslocamento da articulação tibiotársica sobre seu eixo foi uma das causas de deformidade de *valgus*, tanto direito como esquerdo, indicando que as disordens locomotoras nem sempre estão relacionadas com a degeneração femoral ou com a discondroplasia tibial, e que o *gait score* pode ser da mesma intensidade para aves com ou sem estas lesões.

De acordo com Angel (2007), as atuais linhagens de frango de corte selecionadas para rápido crescimento apresentam pouca resistência para suportar o peso corporal, sendo incapazes de adaptar seus esqueletos para suportar o rápido ganho de peso. Este fenômeno pode estar relacionado com a incidência de pernas tortas ou problemas locomotores em frangos de corte.

Colorimetria Óssea e Síndrome do Osso Negro

Não foi observado diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos para a colorimetria óssea (Tabela 7).

Tabela 7. Luminosidade (L*), teor de vermelho (a*) e teor de amarelo (b*) do fêmur e da tíbia de frangos de corte, machos e fêmeas alimentados com dietas contendo diferentes níveis de vitamina D.

Osso	Características	Níveis	Sexo		Média	CV%	P valor
			Fêmea	Macho			
Fêmur	L*	3500 UI	45,08	40,27	42,89	9,6	0,11
		5454 UI	43,99	47,84	45,91		
		7000 UI	45,24	43,83	44,42		
		Média	44,70	44,37			
	a*	3500 UI	7,13	7,65	7,37	17,09	0,52
		5454 UI	7,24	6,85	7,04		
		7000 UI	6,18	6,97	6,64		
		Média	6,91	7,10			
	b*	3500 UI	11,93	11,69	11,82	16,89	0,22
		7000 UI	10,98	11,29	11,16		
		5454 UI	17,36	9,71	13,54		
		Média	13,78	10,81			
Tíbia	L*	3500 UI	41,07	40,40	40,77	6,49	0,98
		5454 UI	41,55	40,96	41,25		
		7000 UI	41,68	41,24	41,42		
		Média	41,42	40,91			
	a*	3500 UI	8,84	10,44	9,57	18,68	0,25
		5454 UI	9,10	8,79	8,95		
		7000 UI	7,84	9,69	8,92		
		Média	8,66	9,56			
	b*	3500 UI	11,94	12,54	12,21	9,17	0,08
		5454 UI	11,93	10,77	11,35		
		7000 UI	11,70	12,42	12,12		
		Média	11,87	11,85			

Nota: A ausência de letras nas linhas e nas colunas indica a não existência de diferença ($p > 0,05$) entre os níveis e as variáveis.

As médias de L*, tanto do fêmur como da tíbia encontram-se em escala aceitável de acordo com Mota (2012), que classificou os resultados em seus estudos, de acordo com a escala: aceitável ($L^* > 40$), intermediário entre (L^* entre 35 a 40), e inaceitável ($L^* < 35$).

Quadro 3. Correlação de Pearson para as variáveis de luminosidade do fêmur (Lf), teor de vermelho do fêmur (af), teor de amarelo do fêmur (bf), luminosidade da tíbia (Lt), teor de vermelho da tíbia (at), teor de amarelo da tíbia (bt).

	Lf	af	Bf	Lt	at	Bt
Lf	1,00	-0,28*	-0,39*	-0,26	-0,43	-0,66***
Af	-	1,00	0,16	-0,23	0,46**	0,14
Bf	-	-	1,00	0,34*	0,04	0,54***
Lt	-	-	-	1,00	-0,28*	0,18
At					1,00	0,45**
Bt						1,00

Nota: * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

A correlação positiva entre o teor de vermelho da tíbia e teor de vermelho do fêmur (at e af), reflete o extravasamento do sangue para o exterior destes ossos conferindo tal coloração, que tem como origem a deficiente calcificação do tecido ósseo. Possivelmente, a ocorrência da mesma anomalia nos dois ossos se deve ao fatos destes dois ossos serem ligados anatomicamente (Smith e Northcutt, 2004). Da mesma forma, observa-se a correlação positiva também entre o teor de amarelo do fêmur e o teor de amarelo da tíbia (bf e bt) de modo que, as características colorimétricas da tíbia refletem às do fêmur ou vice-versa.

O maior teor de amarelo dos ossos reflete a boa calcificação e portanto a boa formação dos mesmos. Novamente observa-se os dados indicando que o status de um osso reflete o estado do outro, provavelmente por serem ligados anatomicamente e portanto refletem a mesma condição fisiológica.

Não houve efeito do sexo e dos níveis de vitamina D ($p > 0,05$) sobre a incidência da síndrome do osso negro em fêmures e tíbias. A incidência da síndrome do osso negro foi de 33%, considerando os escores 1 e 2, de uma escala de 0 a 2.

Ao adicionar até 69 mg de 25-hidroxicoalciferol, além da suplementação normal da vitamina D, Whitehead (2009) mediu a densidade óptica refletida na área de 10 a 15 mm nas

extremidades proximais das tíbias congeladas, observando escurecimento significativamente menor nas aves suplementadas com 25-hidroxicolecalciferol na dieta.

A síndrome do osso negro ocorre pelo extravasamento do sangue através dos poros do osso em formação ou ainda não calcificados completamente, como é o caso da zona proximal da tíbia, também denominada zona de crescimento. A ocorrência da síndrome do osso negro também está relacionada com a forma de armazenamento da carne de frango, sendo que, para a carne congelada, observou-se índice 16% maior do problema em relação à carne apenas refrigeradas. A provável razão disto seria pelo fato de que, no momento da cocção, ainda haja cristais de gelo no interior das células e que estes romperiam as mesmas, de forma que o sangue circule nos poros do osso, chegando até o tecido muscular adjacente ao mesmo, deixando a carne com coloração escura, caracterizando a síndrome do osso negro (Avesite, 2012).

CONCLUSÃO

A suplementação de vitamina D em níveis superiores às 3500 UI não proporcionou melhorias no desempenho e características ósseas de frangos de corte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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*, v.12, p.189-195, 2010.
- Almeida Paz ICL, Mendes AA, Balog A, Vulcano LC, Ballarin AW, Takahashi SE, Komiyam CM, Silva MC, Cardoso KFG. Study on the Bone Mineral Density of the Femur of Broilers Suffering Femur Degeneration. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 2008.
- Alves MCF, Almeida Paz ICL, Baldo GAA, Garcia RG, Nääs IA, Caldara FR. Síndrome do Osso Negro em Frangos de Corte. Disponível em: < http://www.avisite.com.br/cet/img/20121109_ossonegro.doc >. Visualizado em: 25 de Maio de 2013.
- Angel R, Saylor WW, Mitchell AD, Powers W, Applegate T.J. Effect of dietary phosphorus, phytase and 25-hydroxycholecalciferol on broiler chicken bone mineralization litter phosphorus, and processing yields. *Poultry Science*, v 85, n 7, p 1200-1211, 2006.
- Angel R. Metabolic Disorders: Limitations to Growth of and Mineral Deposition into the Broiler Skeleton after Hatch and Potential Implications for Leg Problems. *Poultry Research*, v. 16, p.138-149, 2007.
- Baker DH, Biehl RR & Emert JL. Vitamin D3 requirement of young chicks receiving diets varying in calcium and available phosphorus. *British Poultry Science*, v. 39, p. 413-417, 1998.

- Brito JAG, Bertechini AG, Fassani EJ, Rodrigues PB, Lima EMC, Meneghetti C. Efeito da vitamina D3 e 25-hidroxi-colecalciferol sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e a morfologia intestinal de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.12, p.2656-2663, 2010.
- Dinev I. Clinical and morphological investigations on the prevalence of lameness associated with femoral head necrosis in broilers. *British Poultry Science*, May, v.50, p.284-290, 2009.
- Edwards Jr HM. Studies on the efficiency of cholecalciferol and derivatives for stimulating phytate utilization in broilers. *Poultry Science*, v.81, n.7, p.1026-1031, 2002.
- 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*, v.41, n.8, p.1951-1955, 2012.
- Fritts CA, Waldroup PW. Comparasion of cholecalciferol and 25-hydroxycholecalciferol in broilers diets designed to minimize phosphorus excretion. *Journal Applied Poultry Research*, v.14, n.1, p.156-166, 2005.
- Garcia AFQM, Murakami AE, Duarte CRA. Utilização de vitamina d e seus metabólitos na alimentação de frangos de corte. [Dissertação de Mestrado] Universidade Estadual de Maringá, Abril de 2012.
- Kestin SC, Knowles TG, Tinch AE and Gregory NG. Prevalence of leg weakness in broiler chickens and its relationship with genotype. *Veterinary Research*, v. 131 p. 190-194, 1992.
- Khan SH, Shahid R, Mian AA, Sardar R and Anjum MA. Effect of the level of cholecalciferol supplementation of broiler diets on the performance and tibial dyschondroplasia. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. Poultry Research*

- Institute, Murree Road, Shamsabad, Rawalpindi, Pakistan, Faculty of Veterinary Sciences, University of Arid Agriculture, Rawalpindi, Pakistan, pag. 584-593, 2010.
- Korver D. Research, analytical techniques and practical experiences using HyD™. In: Arkansas Nutrition Conference, 2005, Arkansas. Proceedings... Arkansas: [s.n.], 2005. 12p.
- Mawer EB & Gomes UCS. Vitamin D: A Pluripotent Steroid Hormone, Structural Studies, Molecular Endocrinology and Clinical Applications, In: NORMAN, A. W.; BOUILLON, R. & THOMASSET, M. (Eds), p. 775-776 (Berlin, Walter de Gruyter), 1994.
- Mendonça Jr CX. Enfermidades do Sistema Locomotor. In: Berchieri Jr A, Macari M. Doenças das Aves. Campinas: FACTA, p.29-36, 2000.
- Mota MM. Diferentes níveis vitamínicos na dieta de frangos de corte. [Dissertação de Mestrado] Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo – SP, Março de 2013.
- Nääs IA, Almeida Paz ICL, Baracho MS, Menezes AG, Lima KAO, Freitas Bueno LG, Neto MM, Carvalho VC, Almeida ICL, Souza AL. Assessing locomotion deficiency in broiler chicken. *Scientia Agricola*, v.67, n. 2, p.129-135, March/April 2010.
- Oviedo-Rondón EO. Leg Health in Large Broilers. NC Broiler Supervisors' Short Course *Poultry Science Journal*, v.55, p.175-185, 2008.
- Ravindran V, Thomas DV, Thomas DG, Morel PCH. Performance and welfare of broilers as affected by stocking density and zinc bacitracin supplementation. *Animal Science Journal*, v.77, p.110-116, 2006.
- Rama Rao SV, Raju MVLN, Panda AK, Shyam Sunder G and Sharma RP. Effect of high concentrations of cholecalciferol on growth, bone mineralization and mineral retention in broiler chicks fed suboptimal concentrations of calcium and nonphytate phosphorus. *Journal of Applied Poultry Research*, v.15, n.4, p.493-501, 2006.

- Rama Rao SV, Raju MVLN, Panda AK, Saharai PN, Reddy MR, Shyam Sunder G, Sharma RP. Effect of surfeit concentrations of vitamin D3 on performance, bone mineralization and mineral retention in broiler chicks. *Journal of Poultry Science*, v.45, n.1, p.25-30, 2008.
- Reece WO. *Dukes Fisiologia dos Animais Domésticos*. Tradução de Cid Figueiredo; Idilia Ribeiro Vanzellotti; Ronaldo Frias Zanon. Editora Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, 12ª edição, cap.34, p.521-523, 2006.
- Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT, Euclides RF. *Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos n. 3ª Edição*, Viçosa/MG. Universidade Federal de Viçosa, 252p, 2011.
- Smith DP, Northcutt JK. Discoloration of Broiler Breast Meat: ii. Effect of Cook Temperature and Freezing. *International Journal of Poultry Science* v.3, p.253-258, 2004.
- Waters RL and Mulroy S. The energy expenditure of normal and pathologic gait. *Gait Posture* v.9, p.207-231, 1999.
- Whitehead CC, McCormack HA, McTier L, Fleming RH. High vitamin D3 requirements in broilers for bone quality and prevention of tibialdyschondrplasia and interactions with dietary calcium available phosphorous and vitamin A. *British Poultry Science* v.45, p.42-436, 2004.
- Whitehead CC. Factores nutricionales que influyen em los problemas óseos actuales de los broilers. XLVI Symposium Científico de Avicultura. Zaragoza, 29 de septiembre a 2 de octubre de 2009.
- Zhang X, Liu G, Mcdaniel GR, Roland DA. Response of broiler lines selected for tibial dyschondroplasia incidence to supplementary 25-hydroxycholecalciferol. *Journal Applied Poultry Science*, v.6, n.4, p.410-416, 1997.

Waldenstedt L. Nutritional factors of importance for optimal leg health in broilers: A review.

Animal Feed Science and Technology, v.126, p.291-307, 2006.

CAPÍTULO III

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa indicam que os níveis de vitamina D igual ou superiores a 3500 UI previnem alguns dos problemas locomotores em frangos de corte como a discondroplasia tibial. Porém, a ocorrência de *valgus* e *varus* está relacionada à genética e ao rápido ganho de peso nas primeiras semanas das aves, não sendo, portanto, prevenidos com altas suplementações de vitamina D.

Como foram testados elevados níveis de vitamina D (superiores aos recomendados), outras pesquisas, utilizando níveis inferiores seriam pertinentes, para avaliar associações de fontes desta vitamina, comparando a eficiência na prevenção dos problemas locomotores e a interferência ou não no rendimento de carcaça entre as diferentes suplementações, de forma a buscar a melhor relação custo benefício.

Vale ressaltar ainda, que a suplementação da vitamina D para frangos de corte deve ser ajustada para a necessidade das aves, pois a carência da mesma impacta em problemas locomotores que podem ser de maior ou menor gravidade, mas que por certo geram consideráveis prejuízos econômicos.

Por fim, um item extremamente importante que deve ser levado em conta quando se estuda a integridade óssea em aves, é a qualidade dos cereais utilizados como matéria prima para a fabricação de ração pois, nestes, podem ser encontrados quantidades variadas de micotoxinas que são nefro e hepatotóxicas. A consequência desse efeito é a não biotransformação da vitamina D no organismo, comprometendo a mineralização e a formação dos ossos.