

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

**EFEITO DOS NIVEIS DE VITAMINA D₃ EM PREMIX E
SUPLEMENTAÇÃO COM 1,25(OH)₂D₃ NA RAÇÃO DE
FRANGOS DE CORTE.**

OSVANIRA DOS SANTOS ALVES

2014



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**EFEITO DOS NIVEIS DE VITAMINA D₃ EM PREMIX E
SUPLEMENTAÇÃO COM 1,25(OH)₂D₃ NA RAÇÃO DE FRANGOS DE
CORTE.**

OSVANIRA DOS SANTOS ALVES

Sob a Orientação da Professora
LÍGIA FATIMA LIMA CALIXTO

e Coorientação do professor
Alexandre Herculano Borges de Araújo

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

Seropédica, RJ
Agosto, 2014

636.513

A474e

T

Alves, Osvanira dos Santos, 1982-
Efeito dos níveis de vitamina D₃
em premix e suplementação com 1,25(OH)₂D₃
na ração de frangos de corte / Osvanira
dos Santos Alves - 2014.
57 f.: il.

Orientador: Lígia Fatima Lima
Calixto.

Dissertação (mestrado) -
Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro, Curso de Pós-Graduação em
Zootecnia.

Bibliografia: f. 36-46.

1. Frango de corte - Alimentação
e rações - Teses. 2. Vitaminas na nutrição
animal - Teses. 3. Deficiência de vitamina
D - Teses. 4. Indústria avícola - Teses.
I. Calixto, Lígia Fatima Lima, 1957-. II.
Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Curso de Pós-Graduação em
Zootecnia. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

OSVANIRA DOS SANTOS ALVES

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Produção Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM ___/___/___

Lígia Fátima Lima Calixto. Dra. UFRRJ
(Orientadora)

Karoll Andrea Alfonso Torres Cordido. Dra. UENF

Fernando Augusto Curvello. Dr. UFRRJ

DEDICATÓRIA

A família, mãe e irmãos que tanto contribuíram para formação pessoal e profissional.
Aos amigos pela crença e aos professores pela confiança.

AGRADECIMENTOS

A força que move a todos em seus diferentes credos.

A minha mãe, D. Diomar Maia e irmãos, Dina, Osvando e Nildo Alves, meus cunhados Pedro Campos e Marcilene Silveira pelo apoio psicológico, financeiro e principalmente por acreditarem.

Ao meu grande amigo Vitor Xavier pela força, compreensão e contribuições, sem ti teria sido difícil começar e terminar.

Aos meus amigos e eternos professores Maria Cristina Manno, Kedson Lima e Alison Miranda Santos, que me ensinaram o que é Zootecnia e o que a paixão por ela significa em nossas vidas.

Ao caro Pablo Delbracio pela ajuda imensurável na fase final.

A minha orientadora Ligia Fátima Lima Calixto, pela confiança, paciência, compreensão, disponibilidade e conselhos.

Ao meu coorientador Alexandre Herculano Borges de Araújo pela confiança e disponibilidade.

À UFRRJ pelo apoio nos estudos e análises disponibilizando suas instalações.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor e caro amigo Marcos Fábio Lima, IFRRJ – Pinheiral, que viabilizou o experimento com tanto afinco, nos apresentando os colaboradores e financiadores, além de viabilizar a utilização do galpão experimental do Centro de Pesquisas Avícolas (CPA) pertencente ao Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ) Campus Nilo Peçanha – Pinheiral – RJ e conseguindo outros financiamentos.

A Technofeed, na pessoa do Dr. Arele Calderano, pelo produto para teste, ideias e disponibilidade em sanar dúvidas.

A Nutron Alimentos pelo premix vitamínico.

A Rica alimentos pelas aves e ração doadas para o experimento.

A direção e funcionários do Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ) Campus Nilo Peçanha – Pinheiral – RJ (Vilma e Douglas, sem vocês as coisas não teriam funcionado).

A professora Júlia Santoro pela hospedagem e apoio durante o experimento.

Ao programa de pós-graduação de zootecnia em nome dos seus coordenadores e secretários.

A equipe de trabalho coordenada por professora Lígia Calixto pela ajuda e disponibilidade: Daniele, Isabelle, So, Marina, Túlio. Sem vocês as análises não seriam realizadas.

Aos estagiários: IFRJ Campus Pinheiral – Jaíne, Luciano, Luiz Paulo, e demais (perdoem por não lembrar os nomes); da UFRRJ instituto de Zootecnia (Sérgio, Maria Clara, Thiers), Floresta (Gisele).

Aos professores, técnicos e funcionários dos institutos que colaboraram com as análises: Agronomia (Dra. Adriana França), Floresta (Prof. Dr. Alexandre Miguel do Nascimento), Química (Profa. Leila), Tecnologia (Msc. Juarez Vicente), Veterinária (Dr. Cristiano Veiga) e Zootecnia (Marcos, Msc. Felipe Dilelis, Evandro, Carlos).

Aos professores que pacientemente atenderam e ajudaram a sanar tantas dúvidas, Augusto Vidal, Cristina Lima, Robert Macedo,

Aos funcionários do instituto de Zootecnia Pedro Timóteo, Valdecir, Paulo Henrique, Marcelo, Carlos e todos os outros que sempre nos atenderam com atenção e nos ajudaram nas etapas.

À professora Rosana Colatino por disponibilizar a sala para que pudéssemos trabalhar com mais conforto e dedicação, e a todos os funcionários e professores do IZ por todo tipo de ajuda e ensinamentos.

Aos caros amigos conquistados no Instituto de Zootecnia durante as disciplinas e experimentos (em ordem alfabética para não ter ciúmes rsrs) Bárbara, Débora, Felipe, Fernanda, Isabelle, Murilo e Túlio, sem vocês teria sido muito mais complicado. Obrigada pelos conselhos, trocas de informações, discussões, diferenças de opiniões, pelas cervejas e principalmente pela amizade e esforço em ajudar na finalização desse ciclo.

As caras amigas do alojamento feminino da pós-graduação (24 mulheres estressadas e extremamente focadas) pelo apoio, risadas, refeições e paciência. Algumas em especial pelo apoio constante, automobilístico, pessoal e por segurarem minhas caras feias: Ludmila (sua presença e o bala foram essenciais rsrs), Ana Paula (pelos “bom dia pessoa bonita”), Érica (pelas conversas diretas e tapas na cara da sociedade), Lídia e Camila (pelas refeições sempre rsrsrs), Cristiane e Queli (pelas conversas e desabafos), Maylin (tão pouco tempo conosco e me alimentou e deu suporte quando precisei), Cláudia e Pâmela (minhas roommates por aguentarem minhas bagunças e mal humor), e todas as outras pelos divertidos momentos na cozinha da gaiola das loucas.

BIOGRAFIA

OSVANIRA DOS SANTOS ALVES, nascida em 19 de abril de 1982 na cidade de Belém – PA/Brasil, filha de Osmar Alves Bernardo e Diomar Maia dos Santos Alves.

Em maio de 2002 ingressou na Universidade Federal Rural da Amazônia, graduando-se em Zootecnia em junho de 2006.

De setembro de 2006 a outubro de 2007 ingressou como trainee para World Wide Farmers Exchange em fazenda de suínos em Minnesota – EUA trabalhando em unidade produtora de leitões.

De novembro de 2007 a julho de 2008 foi contratada como coordenadora de integração na Integradora de frangos de corte Granjas Amazônia Ltda – Santa Isabel – PA.

De novembro de 2008 a novembro de 2010 foi contratada como professora substituta (Professor Classe Auxiliar N1) na Universidade Federal do Pará - UFPA / Faculdade de Medicina Veterinária – Castanhal – PA.

Em fevereiro de 2012 ingressou no Programa de Pós Graduação em Zootecnia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Seropédica – RJ obtendo o título de mestre em agosto de 2014.

RESUMO

ALVES, Osvanira dos Santos. **Efeito dos níveis de vitamina D₃ em premix e suplementação com 1,25(OH)₂D₃ na ração de frangos de corte.** 2014.57f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Produção e Nutrição de Monogástricos). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

Este estudo teve como objetivo avaliar a redução dos níveis de vitamina D₃ utilizados em premix comercial, e adição do metabólito 1,25-dihidroxicolecalciferol (1,25(OH)₂D₃) na ração de frangos de corte de 7 a 42 dias de idade e o efeito sobre parâmetros de desempenho e qualidade óssea. Foram criados 1400 pintos de corte machos, linhagem Cobb, em delineamento inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 6 repetições (100%, 75%, 50%, 25% e 0% de vitamina D₃ no premix adicionados de 50g/ton de 1,25(OH)₂D₃). Os dados foram submetidos a análise de variância e em caso de significância as médias contrastadas pelo teste de Dunnett (p<0,05). De acordo com os resultados obtidos nesse trabalho foi possível concluir que, o desempenho e a qualidade óssea de frangos de corte foram afetados pela redução de diferentes níveis vitamina D, no premix, suplementados com 50g/ton de 1,25(OH)₂D₃ sendo que essa influência foi dependente da fase de criação. Também, que a redução de 75% no nível de vitamina D₃ do premix adicionada do 1,25(OH)₂D₃ foi capaz de manter os parâmetros de desempenho zootécnico (peso, conversão alimentar e consumo), dentro dos padrões recomendados pelo manual da linhagem, além da qualidade óssea similar ao tratamento controle, aos 21 e 42 dias. Os rendimentos de carcaça e de cortes nobres não foram influenciados pela redução do nível de vitamina D₃ do premix, suplementado com o 1,25(OH)₂D₃, entretanto, a utilização do 1,25(OH)₂D₃ como fonte única da D, na quantidade testada, prejudicou o desempenho zootécnico, o peso ao abate e de carcaça além de ter piorado a qualidade óssea avaliada pelo percentual de cinza e pela resistência óssea à quebra em todas as fases da criação dos frangos. Mais análises tais como dosagens do metabólito ou similares no sangue e órgãos necessitariam ser realizadas para comprovação da amplitude de eficácia do 1,25(OH)₂D₃ sobre os níveis de vitamina testados. Assim como também a avaliação econômica da redução dos níveis de vitamina e suplementação com o 1,25(OH)₂D₃.

Palavras-chave: calcitriol, mineralização óssea, *Solanum glaucophyllum*, produção avícola, Panbonis®.

ABSTRACT

ALVES, Osvanira dos Santos. **Effects of vitamin D₃ levels on premix and supplementation with 1,25(OH)₂D₃ on broiler feed.** 2014. 57 p. Dissertation (Master Science in Animal Science, Nutrition and Production of Monogastric animals). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

This study aimed to evaluate the reduction of levels of vitamin D₃ used on commercial premix, and supplementation with 1,25-dihydroxycolecalciferol (1,25(OH)₂D₃) on broiler feed from 7 to 42 days and the effect on performance parameters and bone quality. Were raised 1400 male broilers chickens, Cobb, in a randomized design with 6 treatments and 6 repetitions (100%, 75%, 50%, 25% e 0% of vitamin D₃ on premix added 50g/ton of 1,25(OH)₂D₃). The data was submitted to ANOVA, and on case of significant result, the averages compared by the Dunnet test ($p < 0.05$). According to the obtained results were possible to conclude that the performance and bone quality of broilers were affected by the different level reduction's of vitamin D on premix, supplemented with 50g/ton of 1,25(OH)₂D₃, being that influence dependent of growing phase. Also, the reduction of 75% on the vitamin level added with 1,25(OH)₂D₃ was capable of keep the performance parameters (weight, feed conversion, and feed intake) according with recommended parameters from Cobb manual line, and the bone quality similar to control treatment at 21 and 42 days old. The carcass yield and noble cuts weren't influenced by the reduction of the vitamin level supplemented with 1,25(OH)₂D₃, however, the utilization of 1,25(OH)₂D₃ as only source of vitamin D, on the tested quantity, impaired the performance, slaughter weight and carcass, in addition to worsen the bone quality evaluated by ash % and bone resistance to breakage on all ages tested. More analyses, as metabolite or similar dosage on blood and organs would be necessary for attesting the range of effectiveness of 1,25(OH)₂D₃ on the vitamin D levels tested. As well as an economical evaluation of the vitamin D level reduction and 1,25(OH)₂D₃ supplementation.

Keywords: calcitriol, bone mineralization, *Solanum glaucophyllum*, poultry production, Panbonis®.

INDICE DE TABELAS

Tabela 1. Quantidade de Vitamina D3 no premix de cada tratamento expressas em gramas...	13
Tabela 2. Ração Pré Inicial Basal ofertada as aves de 1 a 7 dias de alojamento.....	14
Tabela 3. Rações experimentais nas diferentes fases de criação	15
Tabela 4. Níveis de nutrientes calculados	16
Tabela 5. Desempenho zootécnico de frangos de corte aos 21 dias de idade alimentados com níveis reduzidos de vitamina D3 no premix e adição do metabólito $1,25(OH)_2D_3$	22
Tabela 6. Desempenho de frangos de corte aos 35 dias de idade alimentados com dietas experimentais com níveis reduzidos de vitamina D ₃ adicionados de metabólito $1,25(OH)_2D_3$	24
Tabela 7. Desempenho de frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com dietas experimentais com níveis reduzidos de vitamina D ₃ adicionados de metabólito $1,25(OH)_2D_3$	25
Tabela 8. Parâmetros de rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com níveis reduzidos de vitamina D ₃ e adição do metabólito $1,25(OH)_2D_3$	27
Tabela 9. Parâmetros de morfometria óssea (peso úmido, peso seco e desengordurado, comprimento, diâmetro e altura) de tíbias esquerdas de frangos de corte de 21 dias de idade alimentados com níveis reduzidos de vitamina D ₃ e adição do metabólito $1,25(OH)_2D_3$	28
Tabela 10. Parâmetros de mineralização, densidade e resistência óssea (% de cinza, % de cálcio, Índice de Seedor e força de quebra) em tíbias esquerdas de frangos de corte de 21 dias de idade alimentados com níveis reduzidos de vitamina D ₃ e adição do metabólito $1,25(OH)_2D_3$..	29
Tabela 11. Parâmetros de morfometria óssea (peso úmido, peso seco e desengordurado, comprimento, diâmetro e altura) em tíbias esquerdas de frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com níveis reduzidos de vitamina D ₃ e adição do metabólito $1,25(OH)_2D_3$	31
Tabela 12. Parâmetros de mineralização, densidade e resistência óssea (percentual de cinza, Cálcio, índice de Seedor e Força de quebra) em tíbias de frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com níveis reduzidos de vitamina D ₃ e adição do metabólito $1,25(OH)_2D_3$...	32

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de transformação da vitamina D em 1,25(OH) ₂ D ₃	5
Figura 2. Boxes experimentais e aquecedor automático a gás (A) e Sistema de Ventilação (B).....	12
Figura 3. Contagem das aves para pesagem.....	16
Figura 4. Pesagem imediatamente antes do abate (A). Pesagem da Coxa e sobrecoxa (B).....	17
Figura 5. Medição de tíbia para dados de morfometria (A). Pesagem de tíbia em balança analítica (B).....	19
Figura 6. Máquina universal de ensaios mecânicos (A). Tíbia posicionada no suporte para teste de flexão de 3 pontos (B).....	19
Figura 7. Ossos mergulhados em éter de petróleo (A). Ossos resfriando pós estufa 105°C (B).....	20
Figura 8. Adição de ácido nítrico nas amostras para digestão (A). Leitura de cálcio sendo realizada no espectrômetro de absorção atômica (B).....	21

1 INTRODUÇÃO

Como forma de garantir a nutrição adequada de aves de produção, é costume na indústria de premix a utilização de vitaminas e minerais em quantidades superiores as exigências das aves durante todas as fases de criação, de modo a tentar garantir o correto fornecimento desses nutrientes após os processos de fabricação, transporte e armazenamento das rações, entretanto, para integradoras, responsáveis pela manipulação de seus próprios premix, a utilização reduzida de vitaminas e associação com diferentes produtos como os metabólitos ativos da vitamina D₃ tem se configurado como alternativas para redução de custos, sem perdas no desempenho, rendimento de cortes comerciais e qualidade óssea de seus lotes.

A suplementação das rações com produtos que proporcionem maior aproveitamento dos nutrientes, tem se constituído em valiosa ferramenta nutricional para a produção intensiva de frangos de corte, que é acompanhada de maior velocidade no ganho de peso, quando nem sempre as aves estão fisiologicamente prontas para esse desenvolvimento acelerado, podendo culminar em problemas de qualidade óssea, os quais provocam redução no desempenho, conversão alimentar, descartes na apanha e em condenações de carcaça no abate, além de representarem problemas de bem estar para as aves. Assim a prática de suplementação de metabólitos da vitamina D₃ tem se constituído em uma alternativas, que além de prevenir esses problemas, pode melhorar o desempenho do lote, devido ao seu envolvimento em processos fisiológicos que controlam o metabolismo de absorção de minerais (cálcio e fósforo) que interferem no desempenho zootécnico das aves de corte, pois atuam diretamente no crescimento esquelético garantindo qualidade óssea adequada para sustentar o rápido ganho de massa muscular das linhagens comerciais (DRIVER et al., 2005; BRITO et al., 2010; GARCIA, 2012).

Atualmente os metabólitos da vitamina D₃ estão disponíveis comercialmente, sendo os mais utilizados colecalciferol (D₃), 25(OH)D₃ (conhecido como calcidiol ou 25-hidroxicolecalciferol 1), 1,25-(OH)₂D₃ (1,25-dihidroxicolecalciferol) e 1 α -OHD₃ (1- α -hidroxicolecalciferol) sendo o mais ativo, o 1,25-dihidroxicolecalciferol-. Esse metabólito é um importante regulador do desenvolvimento do tecido ósseo, capaz de estimular a diferenciação dos condrócitos, prevenir o raquitismo e diminuir a incidência da discondroplasia tibial, além de regular o metabolismo e a homeostase do cálcio (TROP *et al.*, 1993; RENNIE & WHITEHEAD, 1996; KILBURN & EDWARDS, 2001;).

Avaliações de desempenho zootécnico baseadas em manuais de linhagem tem sido utilizados como avaliação de nutrição, manejo, sanidade e bem estar das aves de produção. Parâmetros mecânicos, físicos e químicos, tais como densidade e resistência óssea a quebra, além de parâmetros sanguíneos são usados para avaliar o monitoramento da qualidade óssea. (WHITEHEAD, 2004).

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da redução dos níveis de vitamina D₃ no premix vitamínico e a suplementação com metabólito 1,25(OH)₂D₃ sobre o desempenho, rendimento de carcaça e qualidade óssea de frangos de corte de 7 a 42 dias.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Vitamina D Importância, Funções e Suplementação

O colesterciferol (Vitamina D₃) e o ergosterol (Vitamina D₂) fazem parte do grupo de moléculas semelhantes aos esteróides, nomeadas secoesteróides, e são compostos que participam na regulação do desenvolvimento do tecido ósseo, do metabolismo e da homeostase do cálcio. A vitamina D₃ é cerca de 30 a 40 vezes mais potente do que a vitamina D₂ nas aves. (FARQUHARSON & JEFFEREIS, 2000; BORTMAN et al., 2002; FARQUHARSON et al 1993). Esta pode ser obtida pela alimentação ou ser produzida pelo organismo, desde que haja luz suficiente. Pesquisadores declaram que “teoricamente, a síntese endógena deveria fornecer vitamina D₃ suficiente para prevenir raquitismo e maximizar o crescimento de frangos de corte expostos à luz solar por um período compreendido entre 11 e 45 minutos por dia”. (PIZAURO JUNIOR et al, 2002).

Quase metade da pré-vitamina D produzida diariamente na pele, é convertida espontaneamente em vitamina D₃ (COLLINS & NORMAN, 1991). A vitamina D₃ pode ser sintetizada por uma via endógena na qual o precursor 7-deidrocolesterol, localizado primariamente na camada malpighiana da pele, sendo exposto a raios UV, é fotoquimicamente convertido em pré-vitamina D₃, que é isomerizada a vitamina D₃ ao longo de vários dias (HOLLIC, 1971).

A suplementação vitamínica representa de 1 a 3% do custo total das dietas para aves de corte (TOLEDO et al., 2006; FÉLIX et al., 2009, VIEITES et al, 2012a). A combinação de ingredientes na ração visa proporcionar suplementação nutricional adequada para ótimo desempenho e baixo custo de produção, entretanto, FÉLIX et al.(2009), observaram que algumas vitaminas presentes nos ingredientes das dietas como no trigo, cevada e farelo de soja, não são considerados durante a formulação.

Alahyari-Shahrasb et al (2012) estudaram em rações de frangos de corte, de 29 a 42 dias de idade, o efeito da redução da quantidade de vitaminas do premix sobre composição química do sangue e de carcaça, destacaram que a quantidade de suplementos vitamínicos geralmente excede duas ou três vezes o requisito recomendado em dietas avícolas, uma vez que aves podem armazenar vitaminas lipossolúveis no fígado e tecido adiposo em quantidades suficientes para atender às exigências para até 15 dias ou mais. O emprego de maiores níveis vitamínicos para frangos vem sendo utilizado a fim de compensar variações no consumo, biodisponibilidade das vitaminas da dieta, fatores antiqualitativos dos alimentos, estresse, entre outros (LEESON, 2007).

Alguns fatores podem interferir 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 também tem papel importante, uma vez que a vitamina D é melhor aproveitada, resultando em formação óssea adequada, quando fornecida nas formas mais ativas, tais como seus metabólitos 25(OH)D₃ e 1,25(OH)₂D₃ por serem mais disponíveis, e propiciarem melhor absorção. (APPLEGATE & ANGEL, 2005).

As funções de vitamina D juntamente com dois hormônios peptídeos, calcitonina e hormônio paratireoide (PTH), são de manutenção da homeostase do cálcio e do fósforo (HARRISON & HARISON, 1979). A manutenção dos níveis séricos desses dois minerais, dentro de limites estreitos é importante para a mineralização normal do osso, qualquer perturbação nestes resulta em acúmulo ou reabsorção do cálcio no osso. Manter um estado de homeostase desses dois elementos é de considerável importância para a sobrevivência do organismo (COLLINS & NORMAN, 1991). O acúmulo de resultados experimentais, ao longo desses últimos anos, tem mostrado que a vitamina D é essencial ao processo de condrogênese (produção de cartilagem) e osteogênese (formação do tecido ósseo),

principalmente durante o período de crescimento das aves (PIZAURO JUNIOR et al., 2002; XU *et al.*, 1998; EDWARDS, 2000).

Felix et al (2009) citando Aslam et al. (1998), discorrendo sobre a importância da vitamina D₃ no sistema imune, relataram que em frangos há redução na atividade dos macrófagos quando não há suplementação de vitamina D₃. Schäublin et al (2010), suplementaram frangos com 2.000 e 4.000UI de vitamina D₃/ kg (50-100 µ/kg) da dieta sem observarem diferença quanto à resposta imune dos frangos de corte

Sobre a exigência de vitamina D₃ em aves jovens, Edwards et al. (1994), relataram que diferente dependendo do critério avaliado como por exemplo, fase de desenvolvimento. Edwards (2000) conduziu estudo em que o requerimento de vitamina D₃ foi de 275 ICU (6.9 µg)/kg para crescimento, entretanto, ao se tratar de melhorar a quantidade de cinza, esse valor saltou para 503 ICU (10.1 µg)/kg. Os mesmos autores, objetivando melhorar percentual de Ca circulante no plasma e prevenirem raquitismo, obtiveram melhores resultados ao utilizarem 552 ICU (13.8 µg)/kg e 904 ICU (22.6 µg)/kg respectivamente.

2.2 Metabólitos da Vitamina D

Dentre os metabólitos mais frequentemente disponíveis para suplementação em aves, encontram-se o 25(OH)D₃, 1,25(OH)₂D₃ e 1_(OH)D₃. O 25(OH)D₃ possui uma taxa de absorção quase 20% maior que a vitamina D₃ (APPLEGATE *et al.*, 2005). Schenk em 1938 recebeu um premio Nobel, pela pesquisa sobre a atuação da vitamina D em processos metabólicos, quando foi obtida vitamina D₃ cristalizada a partir da ativação do 7-dehidrocolesterol (BARROS, 2010). Atualmente, são conhecidos aproximadamente 41 metabólitos da vitamina D e um hormônio principal, o 1,25(OH)₂D₃ (1,25-dihidroxicolecalciferol ou Calcitriol), que atua como ligante para o fator de transcrição nuclear VDR (do inglês “*vitamin D receptor*”, receptor da vitamina D), regulando a transcrição gênica e a função celular em diversos tecidos. Há evidências de que 3% do genoma humano sejam regulados pela 1,25(OH)₂D₃ (BOUILLION, et al, 2008).

A importância do metabólito 1,25(OH)₂D₃ se revela a nível genômico com a regulação da proteína ligadora de cálcio nomeada de Calbindina D. Nos rins e cérebros de mamíferos e em todos os tecidos das aves, uma forma maior da proteína (calbindina-D28K - kilodaltons) é expressa, enquanto que no intestino de mamíferos e placenta ocorre a expressão de uma forma menor. (calbindina-D9K) (PERRET, 1985). Essa expressão da calbindina em vários tecidos e espécies aparenta ser regulada em diferentes graus pelo 1,25(OH)₂D₃. Em um estado de deficiência de vitamina D, aves e mamíferos tem reduzida severamente a absorção intestinal de cálcio sem níveis detectáveis de calbindina. Há uma correlação linear entre aumento de níveis celulares de calbindina D e transporte de cálcio. Quando o 1,25(OH)₂D₃ é fornecido a pintinhos deficientes em vitamina D, o transporte de cálcio alcança taxas máximas em 12 a 14h enquanto que calbindina D não alcança seus níveis máximos até 48h (NORMAN & HENRY, 2007).

Regular o desenvolvimento do tecido ósseo, é uma das principais funções, desse metabólito, considerado o mais ativo da vitamina D, devido a sua capacidade de estimular a diferenciação dos condrócitos, prevenir o raquitismo e diminuir a incidência da discondroplasia tibial, além de regular o metabolismo e a homeostase do cálcio (TROP *et al.*, 1993; ROBERSON & EDWARDS, 1994; RENNIE & WHITEHEAD, 1996; KILBURN & EDWARDS, 2001; WHITEHEAD, 2002).

Xu *et al.*, (1997) e Kilburn & Edwards (2001), evidenciaram que, a adição do 1,25(OH)₂D₃ à uma dieta balanceada de cálcio e fósforo foi capaz de reduzir a incidência de Discondroplasia tibial (DT) durante o período de crescimento das aves, sugerindo que essa

forma da vitamina D é um hormônio chave na homeostase do cálcio, controlando diretamente a absorção do cálcio dietético no intestino, a reabsorção óssea e influenciando a reabsorção do cálcio nos túbulos proximais dos rins. Xu *et al.*, (1998) descreveram que o $24,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ é necessário para a expressão máxima da atividade da fosfatase alcalina de cartilagem e osso e da proteína ligadora de cálcio no disco de crescimento das aves.

A quantidade de vitamina D na dieta deve atender as exigências do organismo para que ocorra a completa formação óssea (COLLET, 2013). A dosagem recomendada de $25(\text{OH})\text{D}_3/\text{kg}$ na dieta é de 50-75 microgramas combinado com 2500 UI de vitamina D_3 segundo Papešová *et al.*(2008). De acordo com o fabricante do metabólito testado pelos autores, 62,5 microgramas/kg de dieta mais 2500UI de vitamina D_3 são consideradas a melhor combinação para garantir eficiência, estabilidade e viabilidade econômica.

2.3 Síntese do Metabólito $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$

As vitaminas D_2 e D_3 são inativas e suas formas ativas são produzidas pelas hidroxilação enzimática realizada no fígado e nos rins, resultando no $25-(\text{OH})\text{D}_3$ (calcidiol) e $1\alpha,25-(\text{OH})_2\text{D}_3$ respectivamente. Assim, a pré-vitamina D_3 permanece na pele, enquanto a vitamina D_3 é transportada da pele, ou do intestino, para o fígado, ligada a uma proteína ligadora de vitamina D (PLD), onde é hidroxilada na posição 25, formando o $25(\text{OH})\text{D}_3$, metabólito o qual é a principal forma circulante de vitamina D e o mais abundante (COLLINS & NORMAN,1991) conforme ilustrado na figura 1. Este metabólito apresenta meia vida de duas a três semanas. Em relação à vitamina D, que apresenta meia-vida de 1 a 2 dias, o $25(\text{OH})\text{D}_3$ sofre flutuações menores com as variações de exposição ao sol. O $25(\text{OH})\text{D}_3$ entra na circulação sendo transportado aos rins também ligado à proteína ligadora de vitamina D, onde sofre hidroxilação na posição 1 formando o $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ que é o metabólito natural mais potente da vitamina D (PIZAURO JUNIOR *et al*, 2002). O $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ tem meia vida de aproximadamente, 06 horas e costuma não ser mensurado porque a hidroxilação de $25(\text{OH})\text{D}_3$ a $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ acontece em diversos tecidos, cobrindo as necessidades locais, os níveis plasmáticos são rigidamente mantidos em concentrações normais, e são 100 vezes menores que os níveis plasmáticos de $25(\text{OH})\text{D}_3$ (SCHUCH *et al*, 2009).

A produção do $25-(\text{OH})\text{D}_3$ é catalisada pela enzima citocromo P450, vitamina D_3 25-hidroxilase. A 25-hidroxilase é ativa nos microsossomos e mitocôndrias do fígado (AXEN *et al*, 1994). Do fígado o $25-(\text{OH})\text{D}_3$ volta ao sistema circulatório onde é transportado via PLD (via proteína plasmática de ligação da vitamina D) para o rim onde um segundo grupo hidroxil pode ser adicionado a posição C-1 pela $25-(\text{OH})_2\text{D}_3$ -1- α -hidroxilase, uma ferredoxina renal que está presente nas mitocôndrias dos túbulos contorcidos proximais do rim e converte a $25-(\text{OH})\text{D}_3$ em $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ (HENRY & NORMAN, 1974; PREMAOR, 2007).

O ponto mais importante da regulação do sistema endócrino em relação à vitamina D ocorre por meio do controle rigoroso da atividade da hidroxilase renal-1 α -hidroxilase (HENRY, 1992). Deste modo, a produção do hormônio $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ pode ser modulada de acordo com a necessidade de cálcio do organismo. HENRY *et al.*,(1992) demonstraram que os principais controladores da produção de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ além dela mesma são , o PTH (paratormônio) e a concentração sérica de cálcio e fósforo. Esses autores também relataram que provavelmente o determinante mais importante da 1 α -hidroxilase *in vivo* seja o nível de vitamina D no sangue. Quando os níveis circulantes de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ estão baixos, a síntese de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ nos rins é elevada, e quando os níveis circulantes $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ estão elevados a síntese de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ é reduzida (HENRY, 1992).

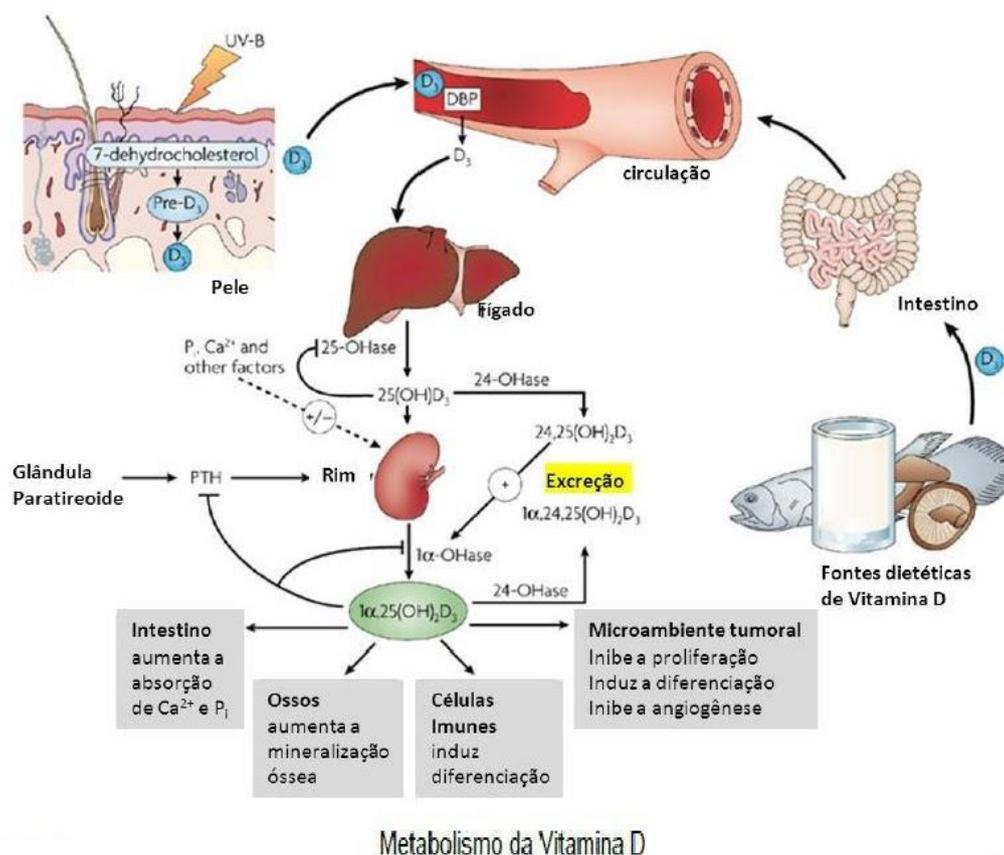


Figura 1. Esquema da transformação da vitamina D₃ em 1,25(OH)₂D₃.
 Fonte: [Doença de Crohn: novas perspectivas](#)

As alterações na atividade da enzima induzida pelo 1,25(OH)₂D₃ podem ser inibidas por cicloheximida e actinomicina D, o que sugere que o 1,25(OH)₂D₃ age, ao menos em parte, ao nível de transcrição (COLLINS & NORMAN, 1991). PTH é secretado em resposta a níveis plasmáticos reduzidos de cálcio, e isso estimula no rim a atividade da 1- α -hidroxilase. O 1,25(OH)₂D₃ opera em retroalimentação para modular e reduzir a secreção de PTH. O PTH também estimula a atividade dos osteoclastos ósseos, a fim de mobilizar o estoque de Cálcio para aumentar o Ca sérico (MONTERA e MESQUITA, 2010).

A via catabólica para a vitamina D é obscura, mas sabe-se que a excreção da vitamina D e dos seus metabólitos ocorre principalmente nas fezes, com o auxílio de sais biliares, muito pouco aparece na urina. Estudos em que 1,25(OH)₂D₃ marcado radioativamente foi administrado a seres humanos, mostraram que 60% a 70% do 1,25(OH)₂D₃ foi eliminado nas fezes na forma de metabólitos mais polares, e sulfatos de 25(OH)₂D₃. A meia-vida de 1,25(OH)₂D₃ no plasma tem dois componentes, um mais rápido, dentro de 5 minutos, apenas metade de uma dose administrada de 1,25(OH)₂D₃ radioativo permanece no plasma e um componente de eliminação mais lenta que tem uma meia-vida de cerca de 10 h. O 1,25(OH)₂D₃ é catabolizado por um número de vias, que resulta na sua rápida eliminação a partir do organismo (NORMAN & HENRY, 2007).

2.4 O 1,25(OH)2D3 de Origem Herbal

Além da forma endógena, descrita nos tópicos anteriores, o 1,25(OH)₂D₃ pode ser obtido diretamente das folhas secas de um arbusto comum em climas temperados da América do Sul. O *Solanum glaucophyllum*, também conhecido como *Solanum malacoxylon*, é uma

planta calcinogênica que contem glicosídeos hidrosolúveis de 1,25 diidroxivitamina D [1,25(OH)₂D₃], a mais ativa forma natural de metabólito da vitamina D em humanos e animais (BOLAND et al., 1987; SOARES et al., 1995; BOLAND et al., 2003). Esse arbusto é considerado tóxico, pelo fato de os animais de pastoreio que consomem as folhas, desenvolverem hipercalcemia grave e hiperfosfatemia, sendo os sintomas idênticos aos da intoxicação por vitamina D (CHENG et al.2004).

Napoli et al (1977) descreveram em seus trabalhos que frangos com deficiência de vitamina D foram tratados com folhas secas de *S. glaucophyllum* e tiveram diminuição da atividade renal da 25-hidroxivitamina D₃ 1- α -hidroxilase (um efeito previamente visto com dosagens de 1,25(OH)₂D₃), demonstrando a presença do metabólito 1,25(OH)₂D₃ nas folhas secas dessa planta. A administração de *S. glaucophyllum* para aves e ratos em deficiência de vitamina D preveniu a ligação in vivo da 1,25(OH)₂D₃ à cromatina intestinal, levando autores a concluir que ao menos parte da atividade calcinogênica do *S. glaucophyllum* resultava de uma forma conjugada de 1,25(OH)₂D₃ (HOLICK e DeLUCA, 1971; JONES e DeLUCA, 1975; EISMAN, et al., 1976; NAPOLI et al, 1977)

Cheng et al., 2004, observaram que adicionando *Solanum glaucophyllum* a dieta de frangos de corte a eficiência da absorção e utilização do P e Ca poderia ser melhorada, logo o efeito dos glicosídeos de 1,25(OH)₂D₃, podem viabilizar formulações de rações para frangos com menores níveis de P ou Ca, reduzindo a excreção de P no ambiente (SCHÄUBLIN et al, 2010).

Tem sido reportado que a adição de 10 μ g/kg de da forma herbal do 1,25(OH)₂D₃ em dietas pra frangos com níveis baixos de cálcio e elevados de fósforo, reduziram a incidência de DT e aumentaram a quantidade de cinzas (EDWARDS, 1989; EDWARDS et al., 1992), contudo, em alguns casos, a eficiência alimentar (ganho/consumo) foi reduzida com essa quantidade.

Vieites et al (2012a) variaram de 0,0 a 5,0 μ g de 1,25(OH)₂D₃ (Panbonis®) /kg de ração e reduziram os níveis de Ca e P, objetivando avaliar ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de frangos de corte de 8 a 21 dias de idade. Não foram encontradas diferenças significativas (p>0,05) para os níveis suplementados de 1,25(OH)₂D₃, quando mantidos os níveis de Ca e P, nem quando reduzidos em 20 % suplementados até 5,0 μ g de 1,25(OH)₂D₃ / kg de ração.

2.5 Vitamina D e Metabólitos – Ação Sobre o Desempenho de Frangos de Corte

Em experimento objetivando avaliar níveis de suplementação de vitamina D proveniente de duas fontes (vitamina D₃ e metabólito 25(OH)D₃ - calcidiol) individuais e combinadas, em rações para frangos de corte criados em gaiolas, em diferentes fases (inicial, crescimento e final) Brito et al (2010) observaram efeitos positivos da suplementação de vitamina D sobre o ganho de peso e conversão alimentar na fase inicial, sem efeitos significativos nas outras fases de criação. Foi verificado que a utilização conjunta das duas fontes de vitamina D melhorou o desempenho de frangos de corte, independentemente da fase de criação.

O desempenho de frangos de corte que receberam dietas balanceadas ou não balanceadas de minerais (Calcio e fósforo), com diferentes níveis de vitamina D não diferiu significativamente, segundo Waldenstedt (2006) autor desta pesquisa, não havendo necessidade de compensação desses desbalanços, portanto, não houve aumento da absorção intestinal nem redução da excreção renal para garantir homeostasia dos minerais no organismo dos animais testados.

Roberson & Edwards (1996) conduziram experimento para avaliar a inclusão ou não de 1,25(OH)₂D₃ sobre o desempenho de frangos machos e observaram que o uso de 10 μ g/kg

de 1,25(OH)₂D₃ em ração a base de milho e farelo de soja, melhoraram a conversão alimentar, entretanto não influenciaram o ganho de peso.

Fritts e Waldroup (2003) trabalhando com o metabólito (25(OH)D₃) e a vitamina D₃ em níveis (125, 250, 500, 1000, 2000, ou 4000 UI/kg) observaram maior peso médio para frangos de corte alimentados com o metabólito aos 21 e 42 dias. Quando foi considerado o nível de vitamina D nas duas idades, os autores observaram que níveis maiores que 500 UI da vitamina/kg de ração foram suficientes para promover máximo ganho de peso.

A suplementação da vitamina D até os 14 dias de idade melhorou o peso corporal em frangos de corte como observado por Whitehead (2004) em estudo com diferentes concentrações de Vitamina D e dois níveis de cálcio e de fósforo, entretanto, Collet (2013) cita que Whitehead (2004) testou níveis superiores de vitamina D que os preconizados pelo NRC (1994) para frangos de corte até 14 dias de idade.

Para maximizar o peso corporal de frangos de corte usando a vitamina D₃ como fonte de vitamina D, foram necessários de 1000 a 2000UI/kg de ração, entretanto, quando utilizado o metabólito 25(OH)D₃, não houve diferença significativa para esse parâmetro com os dois níveis de vitamina D testados (COLLET, 2013; FRITTS e WALDROUP, 2003). A conversão alimentar foi significativamente melhor aos 42 dias, para o tratamento que recebeu dieta com o metabolito, o ganho de peso de frangos de corte de 21 dias de idade, que receberam substituição parcial na quantidade de vitamina D da ração pelo metabólito 25(OH)D₃ (50% de metabólito 50% de vitamina D) foi 11,5% superior ao do grupo que recebeu somente vitamina D. As diferenças também ocorreram na conversão alimentar que foi 8,5% melhor neste grupo. Os autores presumiram que os resultados positivos no desempenho observados até 21º dia de criação, podem ter acontecido devido ao efeito favorável do 25(OH)D₃ no período inicial de crescimento, quando nem todas as aves tinham desenvolvido um sistema enzimático eficaz necessário para a hidroxilação de vitamina D₃ no fígado (MICHALCZUK et al. 2010).

Os níveis de suplementação prática de vitamina D₃ utilizados no Brasil segundo Rostagno et al (2011), variam de 2090 a 2375 UI/KG de ração para aves jovens, 1900 UI/kg no crescimento e 1225 a 1425 UI/kg de ração na fase final. Pizauro Junior et al (2002) destacam que segundo autores (EDWARDS *et al.*, 1996; BAKER *et al.*, 1998; EDWARDS, 2000; KILBURN & EDWARDS, 2001) a exigência quantitativa para colecalciferol (vitamina D₃) pelas aves jovens varia de 275 (6,9 µg/kg) ICU (*International Chick Units*) para o crescimento. Alahyari-Shahrasb et al (2012) sugeriram ser possível reduzir as quantidades de algumas vitaminas nos premixes nas dietas de terminação de frangos de corte em 33% em sistemas de piso e 66% em gaiola de bateria sem afetar desempenho e características metabólicas.

A suplementação de 25(OH)D₃ na dieta de frangos de corte proporcionou melhorias na integridade intestinal através da observação de maiores comprimentos das vilosidades, menor profundidades de criptas, porém o desempenho não foi influenciado. (CHOU et al. 2009).

2.6 Vitamina D e Seus Metabólitos – Ação Sobre o Rendimento de Carcaça de Frangos de Corte

Segundo Papešová et al. (2008) a quantidade de 50 µg de 25(OH)D₃/kg na dieta combinada com 2500 UI de vitamina D₃ resultou ser bastante eficiente no aumento do peso médio de frangos próximo ao abate e citam ainda que, Parkinson e Cransberg (2004) ao utilizarem em rações para frangos de corte o metabólito 25(OH)D₃, em níveis análogos de vitamina D₃, verificaram que o metabólito proporcionou melhora no peso corporal, ganho de peso diário, conversão alimentar e rendimento de peito. Saunders-Blades & Korver (2006)

também observaram efeito de melhoria sobre o desenvolvimento do músculo do peito, o rendimento e a qualidade da carne com o mesmo metabólito.

Brito et al (2010) não observaram benefício do uso de altos níveis de suplementação com vitamina D₃ ou com o metabólito 25(OH)D₃ – calcidiol, sobre a conversão alimentar, mas verificaram que o 25(OH)D₃ aumentou o rendimento de carcaça em comparação ao tratamento que apenas utilizou a vitamina D₃.

Vieites et al (2012b) não observaram influencia dos níveis de 1,25(OH)₂D₃ no rendimento de carcaça e rendimento de peito de frangos de corte, no entanto, aves que receberam os níveis 1,0 e 2,0 µg/kg de vitamina D₃ ativa apresentaram peso médio aos 42 dias significativamente melhores do que os verificados em outros níveis avaliados. Vieites et al (2014) citou que Korver (2005) observou melhor rendimento de carcaça e peito em frangos de corte aos 42 dias com a suplementação de rações com vitamina D₃ juntamente a 25(OH)D₃.

2.7 Vitamina D, Metabólito Ativo 1,25(OH)₂D₃ e a Relação Com a Qualidade Óssea de Frangos de Corte

A vitamina D tem grande relação com a diminuição na incidência de problemas ósseos, por estar envolvida em diversos processos fisiológicos, incluindo a absorção de cálcio e fósforo, mineralização e mobilização óssea (RENNIE & WHITEHEAD, 1996; DRIVER et al., 2005; KORVER, 2005; KASIM et al., 2006). No organismo, a vitamina D proporciona absorção de cálcio e fósforo no intestino, aumentando a eficiência de utilização, e consequentemente, o aumento das cinzas ósseas (GARCIA, 2012).

Kevin et al., (1996) demonstraram que a forma mais ativa da vitamina D, o 1,25(OH)₂D₃ é um importante regulador do desenvolvimento do tecido ósseo, aumentando a taxa de diferenciação dos condrócitos nas placas de crescimento. Ledwaba e Roberson (2003), relataram a eficiência dos metabólitos 1-hidroxilados (1α(OH)D₃; 1α25(OH)₂D₃) na promoção da diferenciação adequada de condrócitos, afirmando que a suplementação com o 1,25-dihidroxitamina D₃ [1,25(OH)₂D₃] evita a discondroplasia tibial (PONSO et al 2012) e pode melhorar os parâmetros gerais de qualidade óssea.

Os efeitos da suplementação com os metabolitos da vitamina D são frequentemente avaliados pela mensuração de parâmetros como discondroplasia tibial (DT), resistência óssea e parâmetros sanguíneos (SCHÄUBLIN et al, 2010). O conhecimento da estrutura básica e o crescimento normal dos ossos auxiliam no entendimento de como os problemas de pernas desenvolvem-se nos frangos de corte. Varias desordens locomotoras podem ocorrer em frangos de corte com rápida taxa de crescimento, entre elas discondroplasia tibial, metáfise alargada, acúmulo de cartilagem vascular, curvatura da tibia e osteomielite, normalmente causadas por desequilíbrios em dietas como elevados teores, e/ou baixos teores de P e de Ca, deficiência de vitamina D₃ e outros, como ou desequilíbrio eletrolítico, além de estresse térmico, micotoxicoses e influencia genética (RIDDEL, 1992).

O osso constitui-se de 22% de matriz orgânica, 9% de água e 69% de materiais inorgânicos. A matriz orgânica (osteóide) tem como componente predominante o colágeno (90%), que participa no processo de mineralização óssea. Os outros 10% correspondem à substância amorfa (BANKS, 1991). A rigidez do tecido ósseo é resultante da deposição de cálcio e fósforo, na forma de hidroxiapatita, durante o processo de mineralização óssea. Ossos longos também aumentam significativamente em comprimento (BOND et al, 1991). Em frangos de corte o comprimento do tíbio tarso dobra na primeira semana e, em seguida, aumenta em cerca de dois milímetros por dia até seis semanas de idade. Este período de crescimento rápido pode ser assumido como período de grande demanda das aves em vitamina D e metabolismo do cálcio (PARKINSON, 1996).

Em aves jovens, o osso de origem embrionária é mineralizado rapidamente, traduzido por aumento substancial na cinza (conteúdo mineral) e grande aumento no peso seco (WISE 1970a; BOND et al 1991). Nas primeiras duas semanas depois da eclosão o peso seco da tíbia tarso aumenta seis a oito vezes e o percentual de cinzas aumenta de 29 a 47 % (PARKINSON et al, 1992). Conseqüentemente, o percentual de cinza permanece relativamente constante, mas o peso seco continua a aumentar com o crescimento ósseo (PARKINSON, 1996)

Araújo et al. (2006) evidenciaram que desordens de origem não infecciosas do sistema musculoesquelético são importantes fatores associados à problemas estruturais que acometem frangos de corte. As anormalidades das pernas podem resultar em perdas de 0,5% a 5% do plantel durante a fase de crescimento e no que se refere ao descarte de carcaças (HESTER, 1994). A administração conjunta de vitamina D₃ e do metabólito 25(OH)D₃ promoveram redução significativa na incidência de anormalidades de pernas (PAPEŠOVÁ et al 2008). Roberson & Edwards(1994) conduziram experimento para avaliar a inclusão ou não de 1,25(OH)₂D₃ sobre a incidência de discondroplasia tibial (DT) em frangos machos de 3 e 5 semanas de idade, criados em piso, e observaram que 10 µg/kg de 1,25(OH)₂D₃ foram capazes de prevenir a deformidade.

Já FRITTS & WALDROUP (2003) e COLLET (2013) observaram que de 1000 a 2000UI de vitamina D₃/kg de ração, são suficientes para reduzir a incidência de problemas locomotores, sendo que os autores atribuíram esses a baixa incidência de problemas locomotores no lote que recebeu o metabólito, a uniformidade do lote, que viabilizou o acesso de todas as aves a comida e água (COLLET, 2013; FRITTS e WALDROUP, 2003).

Barreiro et al, (2009) objetivaram determinar os valores de densidade mineral óssea em frangos de corte de 8 a 43 dias verificando que o valor dessa variável aumentou no decorrer dessas idades e em todas as regiões do tibiotarso (epífise proximal, diáfise e epífise distal), sugerindo uma maior mineralização do tibiotarso, e conseqüentemente, maior resistência, permitindo dessa forma o suporte para ganho de massa muscular.

O conteúdo de cálcio presente no organismo dos pintinhos aumenta rapidamente na fase inicial, chegando a 80% do cálcio presente no corpo de uma ave adulta já ao primeiro mês de vida, evidenciando a intensidade de deposição do cálcio na fase de crescimento (MUNIZ et al, 2007; BORGES et al 2010). Papešová et al (2008) e Bar et al. (2003) observaram que quanto maior o conteúdo de cálcio e fósforo na matéria seca livre de gordura, mais compactos eram os ossos, indicando menores possibilidade de incidência de problemas de pernas.

A densidade mineral óssea pode ser medida através de técnicas como composição mineral óssea, resistência óssea à quebra, índice Seedor e estudos radiológicos (ALMEIDA PAZ et al, 2009; BORGES et al 2010). Embora o desempenho e a retenção de minerais sejam medidas importantes em qualquer alteração dietética, as concentrações plasmáticas e ósseas são geralmente mais sensíveis do que os fatores de desempenho para avaliar disponibilidade de minerais (ONYANGO et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2008).

A densidade mineral óssea (DMO), por meio de raios-x, tem sido estudada por vários pesquisadores (ONYANGO *et al.*, 2003; SCHREIWEIS *et al.*, 2003; FLEMING *et al.*, 2004; HESTER *et al.*, 2004; KORVER *et al.*, 2004; SCHREIWEIS *et al.*, 2004). A DMO pode, ainda, ser medida através de técnicas como a composição mineral óssea, resistência óssea à quebra, índice de Seedor (SEEDOR et al., 1991; SEEDOR, 1995) utilizado como indicativo da densidade óssea: quanto maior o Índice de Seedor, maior a densidade da peça óssea e vice-versa).

A vitamina D₃ ingerida necessita ser metabolizada em 25-hidroxicolecalciferol (25(OH)D₃) no fígado, e posteriormente, em seu metabólito ativo, o 1,25(OH)₂D₃, nos rins, para ser utilizada pelo organismo. Atualmente estes metabólitos estão disponíveis comercialmente (GARCIA, 2012). A utilização deles tem o intuito de disponibilizar aos

animais as formas metabolizadas de vitamina D, aumentando sua eficiência no organismo e diminuindo gastos energéticos. De fato, a 25(OH)D₃ possui uma taxa de absorção aproximadamente 20% maior que a vitamina D₃ (APPLEGATE & ANGEL, 2005) e o 1,25(OH)₂D₃ e o 1α(OH)D₃ não necessitam de metabolização renal (GARCIA, 2012).

A literatura descreve que essa forma da vitamina D [1,25(OH)₂D₃] é um hormônio chave na homeostase do cálcio, controlando diretamente a absorção do cálcio dietético no intestino, a reabsorção óssea e influenciando a reabsorção do cálcio nos túbulos proximais dos rins (XU et al., 1997; KILBURN & EDWARDS, 2001).

Tem sido reportado que a adição de 10 µg/kg de 1,25-diidroxicolecalciferol [1,25-(OH)₂D₃] em dietas pra frangos com níveis baixos de cálcio e elevados de fósforo, reduziram a incidência de DT e aumentaram a quantidade de cinzas (EDWARDS, 1989;

Pizauro Junior et al. (2002) destacam que segundo autores (EDWARDS *et al.*, 1996; BAKER *et al.*, 1998; EDWARDS, 2000; KILBURN & EDWARDS, 2001) a exigência quantitativa para colecalciferol (vitamina D₃) pelas aves jovens varia de 275 ICU (6,9 µg/kg) para o crescimento, 503 ICU (10,1 µg/kg) para aumentar o conteúdo de cinzas dos ossos, 552 ICU (13,8µg/kg) para aumentar a quantidade de cálcio do sangue e 904 ICU (22,6 µg/kg) para prevenir o raquitismo. E sugerem ainda que a adição do metabólito 1,25(OH)₂D₃ em dietas adequadas ou desbalanceadas de cálcio e fósforo reduz a incidência de discondroplasia tibial, aumenta a absorção de cálcio e o conteúdo de cinzas dos ossos.

Desempenho superior e redução nos problemas de pernas em frangos de corte tem sido observados em lotes suplementados com 3,5 ou 6 µg/kg de 1,25(OH)₂D₃ do alojamento ao abate (ELLIOT et al., 1995; ROBERSON & EDWARDS, 1996). Vaino et al (1994), observaram que frangos jovens tem capacidade diminuída de produzir 1,25(OH)₂D₃. Embora o foco da maioria dos estudos com uso do 1,25(OH)₂D₃ em galinhas sejam focados em qualidade de casca dos ovos, os autores tem concluído que a massa tibial aumenta em aves alimentadas com dietas contendo 3 a 5 mg/kg de 1,25(OH)₂D₃ e isso pode ser um indicativo de aumento da mineralização (FROST *et al.*, 1990; TSANG *et al.*, 1990; NEWMAN e LEESON, 1999).

Estudos de Edwards et al (1992) e Rennie et al. (1995) indicaram que frangos são tolerantes a suplementação de 1,25(OH)₂D₃ com dietas contendo baixas concentrações de cálcio dietético, mas que esses animais tornam-se muito mais sensíveis ao efeito do 1,25(OH)₂D₃, quando as concentrações de Ca aproximam-se a 1% na dieta. Farquharson et al., (1993) concluíram que a suplementação com o 1,25(OH)₂D₃ não incrementa a taxa de proliferação de condrócitos mas acelera o início da maturação. Estudos indicam também que a suplementação com esse metabólito pode diminuir a incidência de raquitismo e diminuir a as lesões necróticas discondroplásicas em perus (SANDERS e EDWARDS, 1991).

Newman e Leeson (1999) observaram que quando é suplementado nível adequado de vitamina D₃, o metabólito 1,25(OH)₂D₃ tem efeito limitado na resistência óssea e nos parâmetros de composição óssea. Os autores realizaram experimento com galinhas de 72 semanas de idade e durante 30 dias as aves receberam dietas deficientes em vitaminas. Foi observado durante esse período que as características de redução da qualidade óssea surgiram 15 dias após a inserção da dieta deficiente em vitaminas com o o percentual de cinzas significativamente reduzido, entretanto, sem diferença significativa no percentual de cálcio presente na matéria mineral. Após esse período..a ração foi suplementada com metabólito 1,25(OH)₂D₃, e após 15 dias, os autores observaram aumento da resistência óssea à quebra. O percentual de cinzas ósseas aumentou quando 6µg/kg de 1,25(OH)₂D₃ foi adicionada a dieta de frangos de corte de 21 dias de idade.

Garcia et al (2012) trabalhando com 4 fontes de vitamina D para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade e não observaram diferenças em relação à morfologia óssea, resistência a quebra, índice de Seedor, componentes de cinza óssea e minerais, entre os diferentes

metabólitos testados. Entretanto, Han et al (2009) observaram que a suplementação de dietas basais com $1,25\text{OH}_2\text{D}_3$ melhorou o desempenho de crescimento de frangos de corte e também o percentual de cinzas e resistência a quebra de tíbias de frangos de 21 dias.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local, Aves e Manejo

Foram alojados 1400 pintos de corte, machos, de linhagem comercial Cobb, em galpão experimental do Centro de Pesquisas Avícolas (CPA) pertencente ao Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ) Campus Nilo Peçanha – Pinheiral - RJ. O galpão, climatizado com exaustores e painel evaporativo, possui aquecimento automático a gás para a ambientação dos pintos de 1 dia. As aves foram distribuídas em 36 boxes, medindo cada um 2 x 1,5m (3m²), com piso cimentado coberto por maravalha, providos de bebedouro nipple e comedouro tubular (Figura 2)



Figura 2. Boxes experimentais e aquecedor automático a gás (A) e Sistema de Ventilação (B).

Foi ofertada ração pré-inicial basal seguindo os níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2011), sendo esta comum a todas as aves. Aos 7 dias de alojamento, os pintos de corte foram pesados e as parcelas uniformizadas para iniciar o estudo com o fornecimento da ração experimental. As pesagens foram semanais e a mortalidade recolhida e anotada diariamente. O programa de luz seguiu o manual da linhagem (Manual de manejo de frangos de corte COBB-VANTRESS®, 2013) – programa de Luz padrão opção 2 em que há redução gradual das horas de escuro a partir dos 22 dias de idade com 8h de escuro, caindo para 6h de aos 24 dias de idade. Essas 6h foram mantidas constantes até os 37 dias, quando as aves receberam 5h de escuro com redução de 1h a cada dia antes do abate.

3.2 Dietas Experimentais e Tratamentos

As rações foram isonutritivas à base de milho e farelo de soja, cuja formulação obedeceu aos níveis nutricionais rotineiramente empregados na criação comercial de frangos de corte, em um programa de alimentação com 4 fases, pré-inicial (de 1 a 7 dias), inicial (de 7 à 21 dias), crescimento (de 21 à 35 dias) e final (de 35 à 42 dias), conforme descrito nas tabelas 1, 2 e 3, formuladas de acordo com recomendações de Rostagno *et al.* (2011). Ração e água foram fornecidas *ad libitum*.

O metabólito vitamínico bioativo [1,25(OH)₂D₃] que constituiu os tratamentos é fabricado a partir de folhas secas da planta *Solanum glaucophyllum* (SG), com concentração de 10µg/g de 1,25(OH)₂D₃, e nome comercial Panbonis®. Este foi incluído à dieta basal, em

uma quantidade fixa, não alterando a composição da ração. As rações e os níveis nutricionais calculados são representados nas Tabelas 2 e 3.

A quantidade do metabólito vitamínico bioativo, [1,25(OH)₂D₃], utilizada foi a mesma recomendada pelo fabricante conforme rótulo do produto (50g/tonelada de ração).

Foram realizados seis tratamentos experimentais, que se constituíram da redução dos níveis recomendados de vitamina D₃ para frangos de corte nas diferentes fases, e adição do metabólito vitamínico bioativo [1,25(OH)₂D₃] em quantidade fixa.

Foi utilizado premix vitamínico “aberto” em que as vitaminas do premix vieram da fábrica, separadas, e foram adicionadas nas quantidades recomendadas pelo fabricante, tendo a vitamina D₃, sido pesada seguindo os percentuais definidos para cada tratamento conforme tabela 1.

Tabela 1. Quantidade de Vitamina D₃ no premix de cada tratamento expressas em gramas

Tratamentos	Quantidade de Vitamina D ₃ por premix em gramas		
	Premix I 1-21 d	Premix II 22-35 d	Premix III 35-42 d
T1 (Controle)	0,0010	0,0020	0,0009
T2 (100% + 1,25(OH) ₂ D ₃)	0,0010	0,0020	0,0009
T3 (75% + 1,25(OH) ₂ D ₃)	0,0007	0,0015	0,0006
T4 (50% +1,25(OH) ₂ D ₃)	0,0005	0,0010	0,0004
T5 (25% + 1,25(OH) ₂ D ₃)	0,0002	0,0005	0,0002
T6 (0% +1,25(OH) ₂ D ₃)	0,0000	0,0000	0,0000

Os tratamentos são descritos a seguir:

Tratamento 1 – Controle – ração com 100% do nível de vitamina D₃ utilizada no premix para frangos de corte na fase de criação, sem a adição do 1,25(OH)₂D₃.

Tratamento 2 - Ração com 100% do nível de vitamina D₃ (redução de 0% no nível de Vitamina D₃) utilizada no premix para frangos de corte na fase de criação, adicionada de 50g/ton do metabólito vitamínico bioativo [1,25(OH)₂D₃].

Tratamento 3 - Ração com 75% do nível de vitamina D₃ (redução de 25% no nível de Vitamina D₃) utilizada no premix para frangos de corte na fase de criação, com adição de 50g/ton do metabólito vitamínico bioativo [1,25(OH)₂D₃].

Tratamento 4 - Ração com 50% do nível de vitamina D₃ (redução de 50% no nível de Vitamina D₃) utilizada no premix para frangos de corte na fase de criação com adição de 50g/ton do metabólito vitamínico bioativo [1,25(OH)₂D₃].

Tratamento 5 - Ração com 25% do nível de vitamina D₃ (redução de 75% no nível de Vitamina D₃) utilizada no premix para frangos de corte na fase de criação, com adição de 50g/ton do metabólito vitamínico bioativo [1,25(OH)₂D₃].

Tratamento 6 - Ração com 50g/ton do metabólito vitamínico bioativo [1,25(OH)₂D₃] sem a adição de Vitamina D₃ (redução de 100% no nível de Vitamina D₃ utilizada no premix para frangos de corte na fase de criação).

As tabelas 2,3 e 4, a seguir, trazem especificação da ração basal de 1 a 7 dias e da ração experimental nas diferentes fases de criação, além dos níveis de nutrientes calculados.

Tabela 2. Ração Pré Inicial Basal ofertada as aves de 1 a 7 dias de alojamento.

Ingredientes (%)		Nutrientes ²	
Milho 7,7%	51,7822	EM (Kcal/kg)	2,9600
Farelo de Soja 45,15%	40,5771	PB (%)	22,8043
Óleo de soja	2,8307	Cálcio (%)	0,9200
Fosfato bicálcico	1,9218	Fósforo disponível (%)	0,4700
Calcário	1,0618	Sódio (%)	0,2200
Premix vit. e min. ¹	0,4000	Potássio (%)	0,9780
Bicarbonato de sódio	0,3651	Cloro (%)	0,2000
DL-Metionina	0,3609	Lisina total (%)	1,4600
Sal	0,2577	Lisina digestível (%)	1,3555
L-Lisina 99%	0,2411	Metionina total (%)	0,6996
Treonina 98%	0,1391	Metionina digestível (%)	0,6671
Cloreto de colina	0,0625	Metionina + cistina total (%)	1,0510
		Metionina + cistina digestível (%)	0,9681
		Triptofano digestível (%)	0,2553
TOTAL	100	-	-

¹Níveis de garantia PXI NUTRON (1-21 dias). Ferro mg 13.800, Cobre mg 2.775, Zinco mg 17.925, Manganês mg 19.275, Selênio mg 82,5000, Iodo mg 277,5000, Vitamina A Sintética KUI 2.062, Vitamina D₃ Sintética KUI 525, Vitamina E Sintética mg 7.800, Vitamina K3 Sintética mg 412,5000, Tiamina Sintética mg 562,5000, Riboflavina Sintética mg 1.387,5000, Piridoxina Sintética mg 787,5000, Cianocobalamina Sintética mcg 3.300, Niacina Sintética mg 8.250,0000, Acido Pantotênico Sintético mg 2.775, Biotina Sintética mcg 19.275, Nicarbazina mg 31.250, Virginiamicina mg 4.125.

² Recomendações de Rostagno et al. (2011).

Tabela 3. Rações experimentais nas diferentes fases de criação

INGREDIENTES (%)	Inicial Controle	Inicial T2-T6	Crescimento Controle	Crescimento T2-T6	Final Controle	Final T2-T6
Milho 7,7%	55,7029	51,1825	58,0870	58,0804	58,4158	61,7225
Farelo Soja 45,15%	36,4624	40,3484	33,0190	33,0177	33,5162	30,5392
Óleo Soja	3,4010	4,2728	4,5413	4,5442	4,9157	4,3082
Fosfato bicálcico	1,5719	1,5537	1,6870	1,6870	1,0916	1,1062
Calcário	1,0702	1,0593	1,0159	1,0159	0,8837	0,8918
Premix vit.e min. ¹	0,4000	0,4000	-	-	-	-
Premix vit.e min. ²	-	-	0,4000	0,4000	-	-
Premix vit.e min. ³	-	-	-	-	0,2000	0,2000
Bicarb. de sódio	0,3526	0,3609	0,3702	0,3702	0,3540	0,3541
DL-Metionina	0,3148	0,2792	0,2570	0,2571	0,2290	0,2568
Sal	0,2411	0,2400	0,2287	0,2287	0,2064	0,2062
L-Lisina 99%	0,2254	0,1000	0,1751	0,1752	0,1010	0,1976
Treonina 98%	0,1226	0,0632	0,0885	0,0886	0,0490	0,0949
Cloreto de colina	0,0550	0,0550	0,0500	0,0500	0,0375	0,0375
Inerte	0,0001	-	0,0003	-	0,0001	-
PX Antioxidante	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	-	0,0800
1,25(OH) ₂ D ₃	-	0,0050	-	0,0050	-	0,0050
TOTAL	100	100	100	100	100	100

¹Níveis de garantia por kg do produto. PXI NUTRON (1-21 dias). Ferro mg 13.800, Cobre mg 2.775, Zinco mg 17.925, Manganês mg 19.275, Selênio mg 82,5000, Iodo mg 277,5000, Vitamina A Sintética KUI 2.062, Vitamina D3 Sintética KUI 525, Vitamina E Sintética mg 7.800, Vitamina K3 Sintética mg 412,5000, Tiamina Sintética mg 562,5000, Riboflavina Sintética MG 1.387,5000, Piridoxina Sintética MG 787,5000, Cianocobalamina Sintética mcg 3.300, Niacina Sintética mg 8.250,0000, Acido Pantotênico Sintético mg 2.775, Biotina Sintética mcg 19.275, Nicarbazina mg 31.250, Virginiamicina mg 4.125.

²Níveis de garantia. PXII NUTRON (22-35 dias). Ferro mg 12.525, Cobre mg 2.550, Zinco mg 16.275, Manganês Adicionado mg 17.550, Selênio mg 75,0000, Iodo mg 262,5000, Vitamina A Sintética KUI 1.875, Vitamina D3 Sintética KUI 480, Vitamina E Sintética mg 7.050, Vitamina K3 Sintética mg 375, Tiamina Sintética mg 525, Riboflavina Sintética mg 1.275, Piridoxina Sintética mg 712,5000, Cianocobalamina Sintética mcg 3.000, Niacina Sintética mg 7.500, Acido Pantotênico Sintético mg 2.550, Biotina Sintética mcg 17.550, Salinomicina mg 15.000,0000, Virginiamicina mg 4.125

³Níveis de garantia. PXIII NUTRON (35-42 dias). Ferro mg 12.525, Cobre mg 2.550, Zinco mg 16.275, Manganês mg 17.550, Selênio mg 75,0000, Iodo mg 262,5000, Vitamina A Sintética KUI 1.875, Vitamina D3 Sintética KUI 480, Vitamina E Sintética mg 7.050, Vitamina K3 Sintética mg 375, Tiamina Sintética mg 525, Riboflavina Sintética mg 1.275, Piridoxina Sintética mg 712,5000, Cianocobalamina Sintética mcg 3.000, Niacina Sintética mg 7.500, Acido Pantotênico Sintético mg 2.550, Biotina Sintética mcg 17.550

Tabela 4. Níveis de nutrientes calculados

Nutrientes ¹	Inicial Controle	Inicial T2-T6	Crescimento Controle	Crescimento T2-T6	Final Controle	Final T2-T6
Energia met. (Kcal/kg)	3,0500	3,0500	3,1500	3,1500	3,2000	3,2000
Proteína bruta (%)	21,2000	21,2000	19,7300	19,7300	19,8675	19,8698
Cálcio (%)	0,8410	0,8410	0,8370	0,8370	0,6630	0,6630
Fósforo disponível (%)	0,4010	0,4010	0,4180	0,4180	0,3090	0,3090
Sódio (%)	0,2100	0,2100	0,2080	0,2080	0,1950	0,1950
Potássio (%)	0,9046	0,9046	0,8407	0,8406	0,8517	0,8517
Cloro (%)	0,1900	0,1900	0,1830	0,1830	0,1700	0,1700
Lisina total (%)	1,3420	1,3420	1,2120	1,2120	1,1690	1,1690
Lisina digestível (%)	1,2414	1,2415	1,1154	1,1154	1,0714	1,0714
Metionina digestível (%)	0,6043	0,6044	0,5315	0,5316	0,5075	0,5074
Met. + Cist. Dig. (%)	0,8864	0,8864	0,7966	0,7966	0,7758	0,7757
Triptofano dig. (%)	0,2338	0,2338	0,2153	0,2153	0,2184	0,2183

¹ Recomendações de Rostagno *et al.* (2011)

3.3 Parâmetros de Desempenho e Carcaça

3.3.1 Desempenho

Para avaliação dos parâmetros de desempenho foram coletadas informações semanais de peso, e consumo de rações, através da pesagem de todos os indivíduos (Figura 3) e das sobras de ração para assim calcular o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar no período.



Figura 3. Contagem das aves para pesagem

3.3.2 Ganho de peso (g)

O ganho de peso médio por ave foi determinado pela diferença entre as pesagens inicial e final de cada fase de criação no experimento. Para avaliação de ganho de peso da fase inicial foi descontado o ganho de peso das aves aos 7 dias de idade, quando foi iniciado experimento.

3.3.3 Peso médio (g)

O peso médio por ave foi determinado através da divisão do peso do conjunto de aves da parcela pelo número de aves.

3.3.4 Consumo de ração (g)

A ração fornecida a cada tratamento foi pesada e acondicionada em sacos plásticos escuros, e o consumo médio de ração obtido pela diferença entre a ração fornecida e a sobra de ração em cada fase de criação. O consumo médio de ração foi corrigido pela mortalidade em cada fase de criação.

3.3.5 Conversão alimentar

A conversão alimentar foi calculada dividindo-se o consumo total de ração pelo ganho de peso total.

3.3.6 Viabilidade criatória

A viabilidade criatória foi determinada utilizando-se a seguinte fórmula:

$$VC (\%) = [\text{núm. total de aves} - (\text{num. de aves mortas} + \text{descartes}) / \text{número total de aves}] \times 100$$

3.3.7 Rendimento de carcaça

Aos 42 dias de idade todo o lote foi pesado e 12 aves por tratamento foram retiradas, sendo selecionadas pelo peso médio do tratamento, identificadas através de anilhas e submetidas a jejum alimentar de 6 horas. O restante do lote foi enviado para abate comercial. Após 5 horas de jejum as aves foram transportadas para o Abatedouro Experimental, localizado no setor de suinocultura – Instituto de Zootecnia UFRRJ – em Seropédica, onde foram sacrificadas por deslocamento cervical.

Foi obtido o peso de cada ave imediatamente antes do abate, para efetuar o cálculo do rendimento de carcaça. Os cortes (peito, coxa+sobrecoxa, asa e dorso), foram pesados separadamente em balança digital com capacidade de 20,00 kg e precisão de 5,00 gramas. (Figura 4)

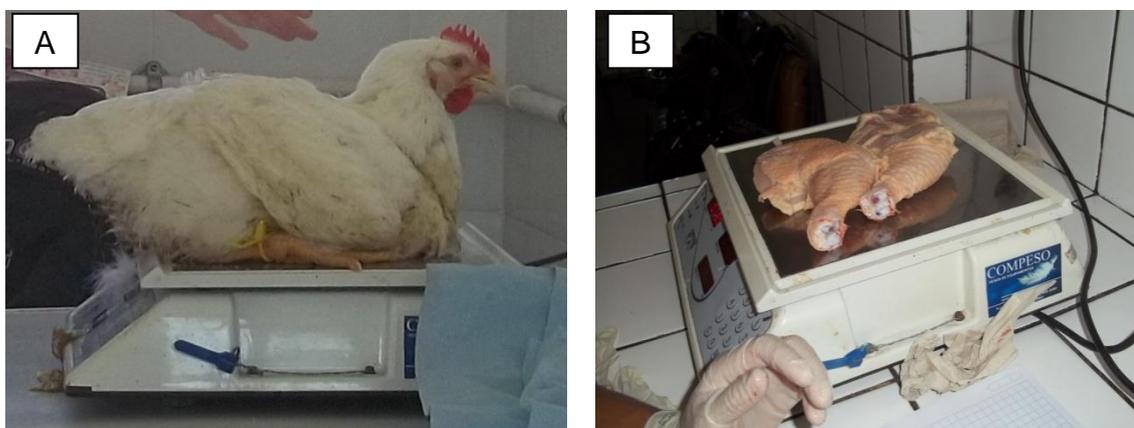


Figura 4. Pesagem imediatamente antes do abate (A). Pesagem da Coxa e sobrecoxa (B).

Os rendimentos de carcaça e cortes foram calculados pelas seguintes fórmulas:

Rendimento relativo de carcaça (RC%) =
(peso quente da carcaça sem vísceras, cabeça, pescoço e pés) x 100 / (peso vivo de abate).

Rendimento relativo de peito =
(peso do peito) x 100 / (peso da carcaça quente).

Rendimento relativo de coxa + sobrecoxa =
(peso da coxa + sobrecoxa) x 100 / (peso da carcaça quente).

Rendimento relativo de asa e sobreasa =
(peso da asa + sobreasa) x 100 / (peso da carcaça quente).

3.4 Análise da Qualidade Óssea

Das 1400 aves criadas para avaliações de desempenho, foram retiradas 12 aves por tratamento aos 21 e aos 42 dias de idade para avaliações da qualidade óssea.

3.4.1 Análise da Qualidade Óssea

Foram sacrificadas 144 aves por deslocamento cervical. Após, as tíbias e fêmures foram removidos, e congelados em freezer com os tecidos de cobertura, a -25°C por 40 dias até a preparação dos ossos para as análises. Antes da determinação da densidade óssea, as tíbias foram medidas quanto ao comprimento e diâmetro com paquímetro digital. O preparo das amostras e as medições morfométricas foram realizadas no laboratório de análises de produtos de origem animal - LAPOA, pertencente ao Instituto de Zootecnia da UFRRJ. As tíbias as tíbias esquerdas foram utilizadas para obtenção do peso e da morfometria (comprimento e diâmetro), densidade (índice de Seedor - segundo metodologia de SEEDOR, 1995), força de quebra, matéria mineral. Para o início das análises, os ossos foram descongelados em geladeira, e a remoção do tecido muscular aderido, foi realizada com auxílio de tesouras, pinças e bisturi.

3.4.2 Densidade óssea (Índice de Seedor)

O índice de Seedor que é o valor obtido ao se dividir o peso do osso (mg) por seu comprimento (mm), conforme proposto por Seedor (1995), serve como indicativo da densidade óssea. Os ossos descongelados e livres de seus tecidos aderidos foram medidos em seu maior comprimento (mm) com um paquímetro digital e pesados (mg) em balança analítica ($g \pm 0,0001$) digital (SEEDOR, 1995) conforme exemplificado na Figura 5.



Figura 5. Medição de tíbia para dados de morfometria (A). Pesagem de tíbia em balança analítica (B).

3.4.3 Força de quebra

A força de quebra foi determinada em máquina universal de ensaios mecânicos (UMC 300, CAP 30TF, Marca Contenco) pertencente ao Instituto de Floresta, Laboratório de Tecnologia da Madeira, da UFRRJ (Figura 6), e os dados coletados por computador diretamente acoplado à máquina, e expressos em Newton (N), seguindo as recomendações da normativa ANSI/ASAE S459 MAR98 para o teste de flexão em três pontos, onde as peças ósseas são apoiadas na região das epífises e a diáfise fica livre de apoios, pois é nela que a força é aplicada para a realização do teste de flexão e determinação da força de quebra.

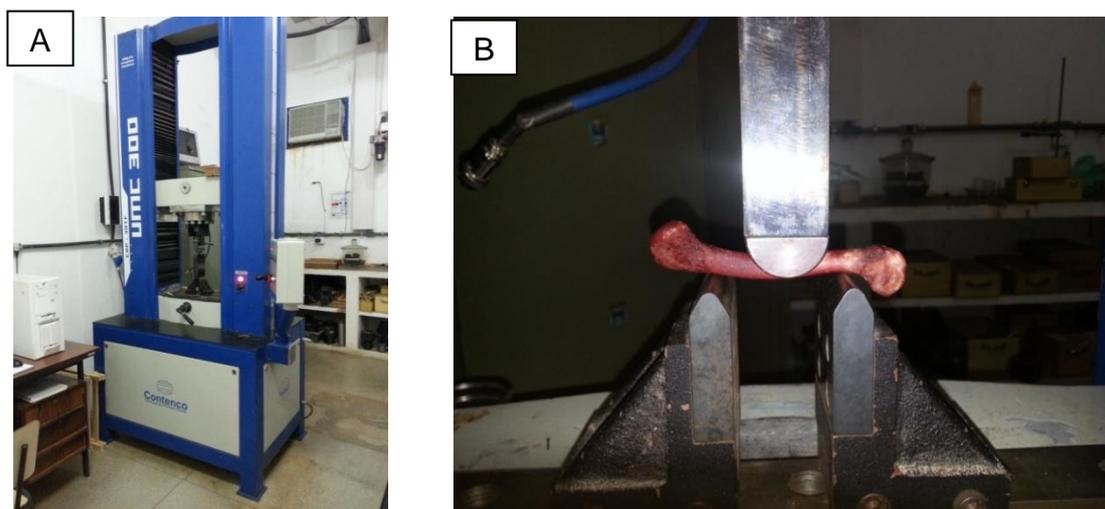


Figura 6. Máquina universal de ensaios mecânicos (A). Tíbia posicionada no suporte para teste de flexão de 3 pontos (B).

Após testes foi observado que a melhor posição de apoio foi a antero posterior (Figura 6B), pois assim os ossos não se deslocaram no momento da aplicação da força. A força foi aplicada na região central da diáfise, sempre no mesmo ponto em todos os ossos conforme a normativa ANSI/ASAE S459 MAR98. A velocidade de descida da sonda para aplicação da

força foi a mesma (10 mm/min) para todos os ossos, de modo que a força aplicada foi mensurada no momento anterior à ruptura do osso. As distâncias entre os apoios foram de 35 mm e 55 mm para as tíbias aos 21 e 42 dias respectivamente, de acordo com o utilizado por Murakami et al. (2009).

3.4.4 Determinação dos teores de cinzas e minerais dos ossos

Após determinação da força de quebra, os ossos foram desengordurados submersos em éter de petróleo (P.A 30-60°C) por 4 horas a 40° C, e em seguida secos em estufa, a 105°C, por 16 horas, sendo então pesados, conforme metodologia adaptada de Silva et al. (2009) (Figura 7).

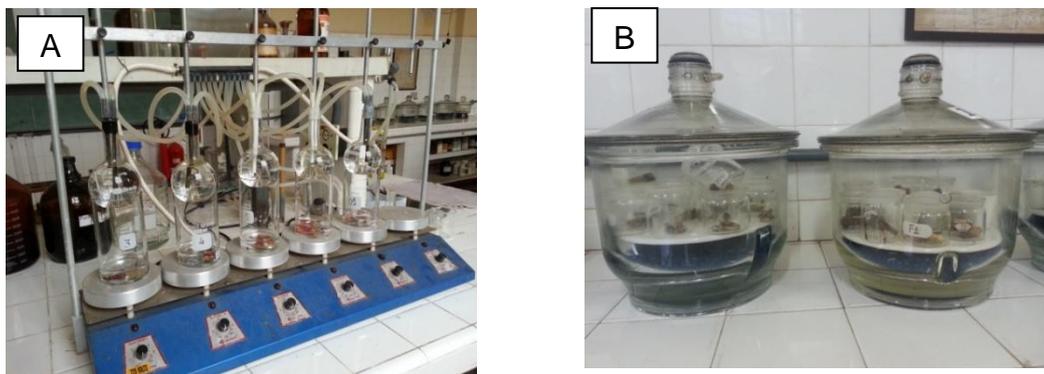


Figura 7. Ossos mergulhados em éter de petróleo (A). Ossos resfriando pós estufa 105°C (B).

Em seguida os ossos foram queimados em mufla a 580°C, durante quatro horas, para determinação dos teores de cinza, cálcio (Ca), fósforo (P), matéria mineral (MM) e matéria seca (MS) dos ossos, conforme metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002). As análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Nutrição Animal e Pastagens do Instituto de Zootecnia da UFRRJ, no Laboratório de Análises de Alimentos e Bebidas do Instituto de Tecnologia de Alimentos, e no Laboratório de Absorção Atômica do Instituto de Agronomia, todos da UFRRJ, Seropédica - RJ.

A digestão das cinzas das tíbias para leitura de cálcio foi realizada por via seca com ácido nítrico (HNO₃) segundo a metodologia 393/IV (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008) e a leitura realizada por espectrometria de absorção atômica (modelo SpectrAA 55B marca Varian) no Laboratório de Absorção Atômica do Instituto de Agronomia, UFRRJ (Figura 8).

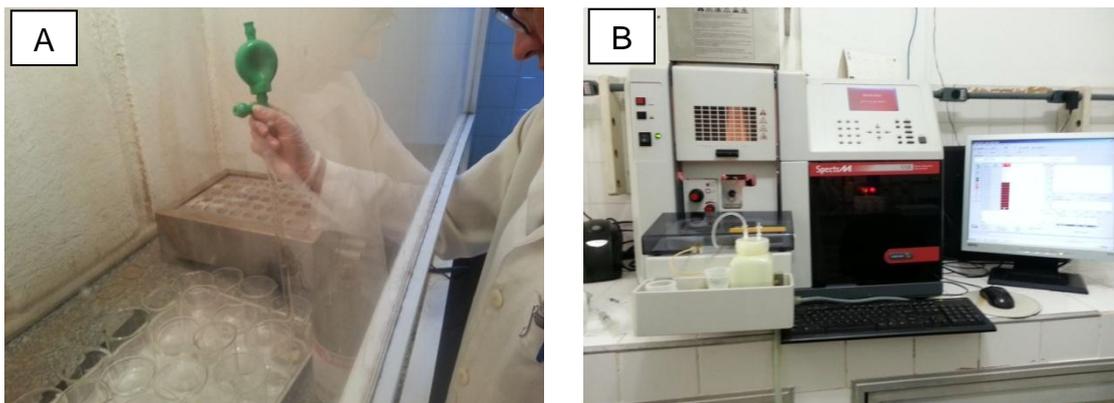


Figura 8. Adição de ácido nítrico nas amostras para digestão (A). Leitura de cálcio sendo realizada no espectrômetro de absorção atômica (B).

3.5 Delineamento Experimental e Modelo Estatístico

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 6 tratamentos, 6 repetições e 38 aves por repetição. O modelo estatístico adotado para as medidas avaliadas no experimento foi:

$$Y_{ik} = \mu + D + e_{ik}$$

Onde:

Y_{ik} : Observação k da unidade experimental nos níveis de vitamina D_3 ;

μ : Constante geral do experimento;

D: efeito do nível de vitamina (100%, 75%, 50%, 25% e 0%)

e_{ik} : Erro aleatório associado a cada observação;

Os dados foram analisados no 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 Cramér-von Mises, para verificar a normalidade dos resíduos e Bartlett para homogeneidade entre as variâncias. Após as análises preliminares, os conjuntos de dados que atenderam às pressuposições foram submetidas a análise de variância e em caso de diferença significativa as médias dos tratamentos foram comparadas por contrastes pelo teste de Dunnett.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desempenho Zootécnico de Frangos de Corte aos 21 Dias

Os dados de desempenho zootécnico, obtidos até os 21 dias de idade estão expressos na Tabela 5.

Tabela 5. Desempenho zootécnico de frangos de corte aos 21 dias de idade alimentados com

TRATAMENTOS	Médias				
	PM(g) 21d	GP(g) 21d	7- GPD (g) 7-21d	CA (21d)	Cons/ Ave 7-21d
Controle (100% Vit D ₃)	860,13	695,39	49,67	1,495	1036,42
100% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	876,08	ns 715,05	ns 51,08	ns 1,448	ns 1033,09
75% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	914,16	+ 749,36	+ 53,53	+ 1,378	ns 1031,49
50% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	891,76	ns 728,18	ns 52,01	ns 1,472	ns 1070,69
25% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	863,08	ns 697,63	ns 49,83	ns 1,615	ns 1125,44
0% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	809,01	- 646,11	- 46,15	- 1,492	ns 962,27
CV (%)	3,64	4,24	4,24	6,00	3,62

níveis reduzidos de vitamina D₃ no premix e adição do metabólito 1,25(OH)₂D₃.

PM: Peso Médio; GP: Ganho de Peso; GPD: Ganho de Peso Médio Diário; CA: Conversão Alimentar; Com./ave: consumo por ave; + Significativo e superior à testemunha, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade; - Significativo e inferior à testemunha, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade; ns Não significativo, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

O peso médio, o ganho de peso e o ganho de peso diário diferiram significativamente ($p < 0,05$) do controle, pelo teste de Dunnett, somente nos tratamentos em que houve redução da quantidade de vitamina em 25% (75% Vit D₃ + 1,25(OH)₂D₃) e no tratamento em que se utilizou o 1,25(OH)₂D₃ como fonte única da vitamina D₃. Quando ocorreu a redução de 25% da vitamina D₃ no premix adicionada do metabólito 1,25(OH)₂D₃ os parâmetros relacionados ao peso apresentaram as maiores médias ($p < 0,05$) no período acumulado de 7 a 21 dias em comparação com o tratamento controle (sem redução da vitamina D₃ e sem adição do metabólito) pelo teste de Dunnett. Resultados semelhantes foram observados por Garcia et al (2013) quando suplementaram rações de frangos de corte em diferentes fases, com o mesmo metabólito da vitamina D₃ utilizado no presente estudo entre outros (25(OH)D₃ e 1 α (OH)D₃), e puderam verificar que as médias de ganho de peso, no período de 1 a 21 dias, foram maiores para os frangos suplementados com o metabólito 1,25(OH)₂D₃ em comparação aos que receberam o 25(OH)D₃, porém essa diferença não persistiu até a fase final da criação.

Quando se utilizou somente o 1,25(OH)₂D₃ como fonte única de vitamina D₃ o desempenho dos frangos em função das variáveis relacionadas ao peso foi extremamente prejudicado, apresentando os piores resultados inclusive com valores menores que os recomendados pelo da manual da linhagem COBB-VANTRESS® (2013) para a idade de 21 dias. Para justificar a ocorrência desses piores resultados seria necessário a realização de análises como dosagens do metabólito ou similares no sangue e órgãos objetivando saber se a quantidade utilizada (50g do produto/ton de ração) forneceu teor de vitamina D₃ inferior ao requerido para a necessidade da ave nessa fase de desenvolvimento. Com a redução de 75 e 50 % da vitamina D₃ os valores relacionados ao peso não se diferenciaram do controle, no

entanto ainda se mantiveram próximos dos padrões recomendados pelo manual da linhagem COBB-VANTRESS® (2013) para a idade de 21 dias que é de 885g.

Pesquisadores (ŚWIATKIEWICZ et al., 2006; MICHALCZUK et al. 2010), que estudaram a suplementação de 25(OH)D₃ (metabólito precursor ao 1,25(OH)₂D₃,) em rações de frangos de corte de 1 a 42 dias com níveis padrões ou reduzidos de Ca e P concluíram que como as aves não são completamente capazes de realizar a hidroxilação da vitamina D no fígado na fase inicial (1 a 21 dias), a administração de um metabólito mais ativo, como o 1,25(OH)₂D₃, poderia favorecer o aproveitamento da vitamina e suas funções no organismo. Świątkiewicz et al. (2006) ao substituírem 50% da quantidade de vitamina D₃ no premix pelo metabólito precursor ao 1,25(OH)₂D₃, o 25(OH)D₃, em rações de frangos de corte, observaram aumento de 11,5% no ganho de peso dos frangos em relação ao grupo controle até o 21º dia de criação, e sugeriram que o metabólito 25(OH)D₃ promoveu efeito favorável no período inicial de crescimento, quando nem todas as aves tinham desenvolvido um sistema enzimático eficaz necessário para a hidroxilação de vitamina D₃ no fígado.

A conversão alimentar não diferiu significativamente ($p>0,05$) entre os tratamentos e o controle pelo teste de Dunnett no período de 7 a 21 dias de idade, semelhante ao observado por Brito et al (2010), todavia, diferente do verificado por Świątkiewicz et al. (2006) que notaram taxa de melhora em torno de 8,5% na conversão alimentar quando substituíram em 50% a vitamina D₃ por 25(OH)D₃.

O consumo/ave no período de 7 a 21 dias diferiu do controle ($p<0,05$) somente nas reduções de 75% da vitamina D₃ no premix e quando se utilizou o 1,25(OH)₂D₃ como fonte única da vitamina D₃. Andriquetto (2002) destaca que deficiências extremas de vitamina D₃ podem causar redução no apetite das aves e conseqüente atraso no desenvolvimento. Conforme observado no presente estudo, os frangos que receberam o 1,25(OH)₂D₃ como fonte única de vitamina D consumiram a menor quantidade de ração, no entanto também foram os que demonstraram as piores médias de peso e de ganho de peso, evidenciando que o fornecimento do metabólito como fonte única da vitamina não se constituiu em vantagem zootécnica. Ao reduzir-se no presente trabalho, 75% da vitamina no premix adicionado do metabólito, foi possível observar o maior consumo médio de ração, semelhante ao descrito por Brito (2008) onde aves que receberam duas fontes combinadas de vitamina D₃ apresentaram maior consumo de ração quando comparadas com o grupo que recebeu suplementações isoladas das fontes. O autor testou duas fontes de vitamina D (vitamina D₃ - 20 e 50% de redução - e metabólito 25(OH)D₃) nas formas individuais e combinadas, em diferentes fases de desenvolvimento.

4.2 Desempenho Zootécnico de Frangos de Corte aos 35 Dias

Os dados de desempenho zootécnico, obtidos aos 35 dias de idade estão expressos na Tabela 6.

Tabela 6. Desempenho zootécnico de frangos de corte aos 35 dias de idade alimentados com níveis reduzidos de vitamina D₃ no premix e adição do metabólito 1,25(OH)₂D₃.

TRATAMENTOS	Médias									
	PM(g) 35d	GP(g) 7-35d	GPD (g) 7-35d	CA 35d	Cons/Ave 7- 35d					
Controle (100% Vit D ₃)	2280,45	2115,71	75,56	1,483	3135,36					
100% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	2337,93	ns 2176,90	ns 77,75	ns 1,438	ns 3127,62					
75% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	2326,06	ns 2161,26	ns 77,19	ns 1,429	ns 3088,37					
50% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	2318,54	ns 2154,97	ns 76,96	ns 1,454	ns 3128,98					
25% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	2395,81	ns 2230,36	ns 79,66	ns 1,471	ns 3271,49					
0% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	1568,16	- 1405,26	- 50,19	- 1,654	+ 2321,12					
CV (%)	5,31	5,68	5,68	5,68	6,02					

PM: Peso Médio; GP: Ganho de Peso; GPD: Ganho de Peso Médio Diário; CA: Conversão Alimentar; Com./ave: consumo por ave; Cons. 7-35d: + Significativo e superior à testemunha, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade; - Significativo e inferior à testemunha, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade; ns Não significativo, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

O peso médio, o ganho de peso e o ganho de peso diário diferiram significativamente ($p < 0,05$) do controle, pelo teste de Dunnett, no tratamento em que se utilizou o 1,25(OH)₂D₃ como fonte única da vitamina D. Nesse tratamento os frangos apresentaram as piores médias dessas variáveis aos 35 dias e conforme ocorreu no período anterior de criação (7 -21 dias), os valores também permaneceram menores que os recomendados pelo da manual da linhagem COBB-VANTRESS® (2013) para essa idade. Mcdowell (2000) esclarece que consequências gerais de deficiência de vitamina D, podem aparecer como inibição do crescimento, perda de peso e redução ou perda do apetite antes que sinais característicos relacionados ao sistema ósseo se tornem aparentes, similares aos observados no presente estudo (Tabelas 10 e 12), nas avaliações da influencia da utilização do metabólito como fonte única de vitamina D sobre a qualidade óssea, entretanto, para comprovação biológica da ineficiência desse tratamento, seria necessária a realização de análises como dosagens do metabólito ou similares no sangue e órgãos objetivando saber se a quantidade utilizada (50g do produto/ton de ração) forneceu teor de vitamina D₃ inferior ao requerido para a necessidade da ave nessa fase de desenvolvimento.

Os outros tratamentos não diferiram significativamente do controle para as variáveis relacionadas a peso.

Importante ressaltar que, mesmo reduzindo-se a quantidade de vitamina D₃ do premix em até 75% com adição 1,25(OH)₂D₃, o peso médio manteve-se dentro dos padrões recomendados pelo manual da linhagem (COBB-VANTRESS®, 2013) para a idade de 35 dias que é de 2217g concordando com a afirmação de Garcia (2012) que testando diferentes análogos à vitamina D₃ ressaltou que, a utilização de diferentes metabólitos junto a vitamina D pode maximizar o desempenho das aves, uma vez que pode haver redução dos gastos energéticos com a utilização da vitamina previamente armazenada nos tecidos adiposos e órgãos como fígado e rim.

A conversão alimentar e o consumo de ração por ave também diferiram significativamente ($p < 0,05$) do controle, pelo teste de Dunnett, somente no tratamento em que

se utilizou o 1,25(OH)₂D₃ como fonte única da vitamina D₃. Conforme observado no presente estudo no período de 7-21 dias, os frangos que receberam o 1,25(OH)₂D₃ como fonte única de vitamina D consumiram a menor quantidade de ração, no entanto também foram os que demonstraram as piores médias de peso, ganho de peso, e também a pior conversão mantendo-se fora dos padrões recomendados pelo manual da linhagem COBB-VANTRESS® (2013) evidenciando que o fornecimento do metabolito como fonte única da vitamina não se constituiu em vantagem zootécnica nessa fase da criação. Observou-se que até a redução de 75% de Vit. D₃ com adição do 1,25(OH)₂D₃, a conversão alimentar e o consumo de ração dos frangos mantiveram-se dentro dos padrões recomendados pelo manual da linhagem COBB-VANTRESS® (2013) para a idade de 35 dias que são 1,569 e 3435g de ração, respectivamente.

Brito et al (2010) realizaram experimento com o objetivo de avaliar diferentes proporções de suplementação de vitamina D proveniente de duas fontes (vitamina D₃ e metabólito 25(OH)D₃) individuais e combinadas, em rações para frangos de corte criados em gaiolas, em diferentes fases (inicial, crescimento e final) e, não observaram efeitos significativos da suplementação combinada de vitamina D sobre o ganho de peso e conversão alimentar na fase de crescimento dessas aves. Resultados diferentes foram observados por Silva et al. (2001) que suplementaram ração para frangos de corte com vitamina D e ácido L-Glutâmico, e observaram significativa melhora no ganho de peso e conversão alimentar no crescimento. Os autores justificam que estes resultados estão relacionados a uma melhoria na formação óssea destas aves o que facilitou o acesso a ração proporcionando melhor desempenho. No presente estudo, para a fase de crescimento, a suplementação do premix de nível 100% de vitamina D₃ com o 1,25(OH)₂D₃ não promoveu diferença significativa (p>0,05) para o desempenho quando comparado com o tratamento controle.

4.3 Desempenho Zootécnico de Frangos de Corte aos 42 Dias

Os dados de desempenho zootécnico, obtidos aos 42 dias de idade estão expressos na Tabela 7.

Tabela 7. Desempenho zootécnico de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com níveis reduzidos de vitamina D₃ no premix e adição do metabólito 1,25(OH)₂D₃.

TRATAMENTOS	Médias					
	PM(g) 42d	GP(g) 7-42d	GPD (g)	CA	Cons/Ave 7-42d	VIAB
Controle (100% Vit D ₃)	2883,32	2718,58	77,67	1,517	4124,56	95,29
100% VitD ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	2887,91	ns 2726,88	ns 77,91	ns 1,553	ns 4237,29	ns 94,49
75% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	2922,77	ns 2757,97	ns 78,80	ns 1,497	ns 4128,56	ns 94,05
50% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	2946,13	ns 2782,55	ns 79,50	ns 1,505	ns 4189,33	ns 94,41
25% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	2881,49	ns 2716,04	ns 77,60	ns 1,609	ns 4370,52	ns 95,46
0% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	1635,77	- 1472,87	- 42,08	- 2,228	+ 3242,10	- 93,80
CV (%)	5,15	5,50	5,50	5,33	6,21	1,94

PM: Peso Médio; GP: Ganho de Peso; GPD: Ganho de Peso Médio Diário; CA: Conversão Alimentar; Com./ave: consumo por ave; Cons. 7-35d; + Significativo e superior à testemunha, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade; - Significativo e inferior à testemunha, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade; ns Não significativo, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

O peso médio, o ganho de peso e o ganho de peso diário diferiram significativamente (p<0,05) do controle, pelo teste de Dunnett, no tratamento em que foi fornecido o

1,25(OH)₂D₃ como fonte única da vitamina D. Nesse tratamento os frangos apresentaram as piores médias dessas variáveis aos 42 dias e conforme ocorreu nos períodos anteriores de criação (7-21 e 7-35 dias), os valores também permaneceram fora dos padrões recomendados pelo manual da linhagem COBB-VANTRESS® (2013) para essa idade. Vieites et al (2014), ao suplementarem rações de frangos de corte com o metabólito 1,25(OH)₂D₃ em quantidade 5x maior que a utilizada no presente trabalho (250 gramas de Panbonis®/tonelada) quando não observaram diferenças significativas para desempenho de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Os outros tratamentos não diferiram significativamente do controle para as variáveis relacionadas a peso. Alahyari-Shahrasb et al (2012) concluíram ser possível reduzir as quantidades de algumas vitaminas nos premixes nas dietas de terminação de frangos de corte em 33% em sistemas de piso sem afetar o desempenho Collet (2013) estudando reduções de vitaminas, em rações de frangos de corte verificou não haver necessidade de maiores suplementações de vitaminas com quando os níveis de minerais se encontram balanceados. Fritts e Waldroup (2003) testaram duas diferentes fontes de vitamina D₃ - 25(OH)D₃ e Vitamina D₃ - em 6 níveis: (25(OH)D₃ - 3.125, 6.25, 12.5, 25, 50, ou 100 µg/kg) e (vitamina D₃ - 125, 250, 500, 1,000, 2,000, ou 4,000 UI/kg) em frangos de corte de a 42 dias de idade, e obtiveram como resultado maior peso médio aos 21 e 42 dias para os grupos alimentadas com o metabólito 25(OH)D₃. É necessário destacar que mesmo reduzindo-se quantidade de vitamina D₃ do premix em até 75% com adição 1,25(OH)₂D₃, o peso médio manteve-se próximo aos padrões recomendados pelo manual da linhagem COBB-VANTRESS® (2013) para a idade de 42 dias que é de 2839g, semelhante ao ocorrido aos 35 dias.

A Conversão alimentar e o consumo por ave diferiram significativamente (p<0,05) do controle, pelo teste de Dunnett, no tratamento em que se utilizou o 1,25(OH)₂D₃ como fonte única da vitamina D. Conforme observado no presente estudo nos períodos de 7 - 21 e 7 - 35 dias, os frangos que receberam o 1,25(OH)₂D₃ como fonte única de vitamina D consumiram a menor quantidade de ração, no entanto também foram os que demonstraram as piores médias de peso, ganho de peso, e também a pior conversão mantendo -se fora dos padrões recomendados pelo manual da linhagem COBB-VANTRESS® (2013) evidenciando que no presente estudo, o fornecimento do metabólito como fonte única da vitamina também não se constituiu em vantagem zootécnica em nenhuma fase de criação. Entretanto, para justificar a possibilidade da ineficiência do metabólito sobre as aves desse tratamento, seriam necessárias análises como dosagens do metabólito ou similares no sangue e órgãos objetivando esclarecer se no tratamento em que o metabólito exerceu sozinho o papel de fornecer vitamina D₃ a quantidade utilizada (50g de Panbonis®/ton de ração) foi suficiente para suprir a necessidade da ave . Roberson & Edwards (1994) conduziram experimento para avaliar a inclusão ou não de 1,25(OH)₂D₃ sobre o desempenho de frangos machos e observaram que o uso do metabólito (10 µg/kg de 1,25(OH)₂D₃) em ração a base de milho e farelo de soja, não influenciaram o ganho de peso, entretanto, melhorou a conversão alimentar. Parkinson e Cransberg (2004) citados por Papešová et al (2008), no entanto, observaram melhora na conversão alimentar de frangos de corte com adição do 25(OH)D₃, precursor do 1,25(OH)₂D₃, na dieta, melhorando também o ganho de peso diário.

Ao reduzir-se em até 75% a vitamina D₃ no premix, suplementando com o 1,25(OH)₂D₃, a conversão alimentar e o consumo de ração por ave mantiveram-se dentro dos padrões recomendados pelo manual da linhagem COBB-VANTRESS® (2013) para a idade de 42 dias. Collet (2013), também observou que a redução do nível de vitamina na ração de frangos de corte não causou redução de desempenho. Estes resultados de desempenho aos 42 dias estão em conformidade com os resultados de desempenho encontrados no presente

estudo nas fases anteriores de criação (7-35 dias) nos frangos que receberam o 1,25(OH)₂D₃ como fonte única de vitamina D.

A viabilidade não diferiu significativamente ($p>0,05$) entre o controle e os tratamentos testados aos 42 dias de idade. Michalczuk et al. 2010 trabalhando com o metabólito anterior ao 1,25(OH)₂D₃ – o 25(OH)D₃, comparando a suplementação destes a diferentes níveis de vitamina D₃ observaram que, ao usarem 1240 UI de vitamina D₃ e 2760 UI de calcidiol (25(OH)D₃) foram obtidos os menores valores de consumo e a menor taxa de mortalidade. Parkinson e Cransberg (2004) citados por Papešová et al (2008), suplementaram 25(OH)₃ na dieta para melhorar o ganho de peso diário, a conversão alimentar e reduzir a mortalidade em frangos de corte. Apesar do pior desempenho (tabelas 5,6 e 7) e da menor resistência óssea (tabelas 10 e 11), observados no presente estudo no tratamento em que o 1,25(OH)₂D₃ foi utilizado como fonte única da vitamina D, as aves permaneceram com capacidade normal de locomoção, garantindo seu acesso satisfatório à ração e água.

4.4 Rendimento de Carcaça e Cortes

Os dados de rendimento de carcaça de frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade estão expressos na Tabela 8.

Tabela 8. Parâmetros de rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com níveis reduzidos de vitamina D₃ no premix e adição do metabólito 1,25(OH)₂D₃.

Tratamentos	Rendimento de carcaça					
	P.Ab (g)	P.CQ (g)	RC (%)	Asa (%)	Peito (%)	CX+SB (%)
Controle (100% Vit D ₃)	2834,17	2110,41	74,49	10,50	39,81	28,58
100% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	2880,42	ns 2136,25	ns 74,14	ns 10,74	ns 39,60	ns 28,40
75% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	3014,58	ns 2254,58	ns 74,76	ns 10,43	ns 39,43	ns 28,63
50% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	2759,17	ns 2075,42	ns 75,31	ns 10,37	ns 39,64	ns 28,76
25% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	2986,67	ns 2200,42	ns 73,61	ns 10,38	ns 39,23	ns 28,91
0% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	1772,08	- 1327,67	- 74,78	ns 11,25	ns 38,83	ns 28,33
CV (%)	11,16	11,76	3,16	8,32	5,04	4,99

PS. Ab: Peso ao abate; P.CQ: Peso de carcaça quente; RC: Rendimento de carcaça; ASA: rendimento de asa; PEITO: rendimento de peito; CX+SB: rendimento de coxa + sobrecoxa; + Significativo e superior à testemunha, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade; - Significativo e inferior à testemunha, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade; ns Não significativo, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

O peso ao abate e o peso de carcaça quente diferiram significativamente ($p<0,05$) do controle, pelo teste de Dunnett, no tratamento em que se utilizou o 1,25(OH)₂D₃ como fonte única da vitamina D. Podendo-se observar que esse tratamento apresentou a pior média de peso ao abate e de peso de carcaça quente. Os outros tratamentos não diferiram significativamente do controle para as variáveis.

O rendimento de carcaça, e dos cortes (asa, peito e coxa+sobrecoxa) não diferiram significativamente ($p>0,05$) do controle pelo teste de Dunnett, nos tratamentos testados, concordando com o ocorrido no trabalho de Vieites et al (2012b), que ao suplementarem rações de frangos de corte com 1,25(OH)₂D₃ também não observaram diferenças significativas no rendimento de carcaça e de cortes nobres, como rendimento de peito de frangos de corte machos aos 42 dias de idade. Khajali et al. (2006) e Maiorka et al. (2002) citados por Alahyari-Shahrasb et al. (2012) destacam que redução ou retirada de algumas

vitaminas e minerais nas dietas de terminação não afetam a composição das carcaças de frangos de corte, entretanto, a retirada de premix vitamínico durante o período de crescimento culmina em aves com menor rendimento de carcaça e cortes nobres.

O oposto foi observado por Korver (2005) citado por Vieites et al (2014) em que verificou melhor rendimento de carcaça e peito em frangos de corte aos 42 dias com a suplementação de rações com vitamina D₃ juntamente a 25(OH)D₃, assim como Saunders-Blades e Korver (2006) também observaram efeito positivo do metabólito 25(OH)D₃ sobre o desenvolvimento do músculo do peito, o rendimento e a qualidade da carne em frangos de corte de 42 dias de idade. Concordando com esses autores, Brito et al (2010) verificaram que altos níveis de suplementação de 25(OH)D₃, aumentaram o rendimento de carcaça em comparação à vitamina D₃. Testes realizados por Papešová et al. (2008) demonstraram que 50 microgramas do metabólito 25(OH)D₃/kg de dieta resultaram ser bastante eficientes em proporcionar melhora no rendimento de peito, em comparação com níveis análogos de vitamina D₃.

4.5 Morfometria Óssea

A morfometria óssea (peso úmido, peso seco e desengordurado, comprimento, diâmetro e altura) em tíbias de frangos de corte aos 21 dias está expressa na tabela 9.

Tabela 9. Parâmetros de morfometria óssea de tíbias esquerdas de frangos de corte de 21 dias de idade alimentados com níveis reduzidos de vitamina D₃ e adição do metabólito 1,25(OH)₂D₃.

Tratamentos	Parâmetros de morfometria da tíbia na idade 21 dias				
	P.U 21 d (g)	P.DES (g)	CMP (mm)	Di (mm)	AL (mm)
Controle (100% Vit D ₃)	4,53	1,80	67,05	5,88	5,23
100% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	4,89 ns	1,88 ns	68,38 ns	6,28 ns	5,59 ns
75% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	4,80 ns	1,81 ns	67,34 ns	6,05 ns	5,35 ns
50% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	4,68 ns	1,83 ns	67,59 ns	5,96 ns	5,19 ns
25% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	4,44 ns	1,73 ns	67,09 ns	5,92 ns	5,28 ns
0% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	4,37 ns	1,56 ns	67,32 ns	6,10 ns	5,37 ns
CV (%)	13,57	13,96	3,24	7,55	8,40

PU: Peso úmido tíbia; PDES: peso tíbia seca e desengordurada; CMP: Comprimento; Di: diâmetro; AL: Altura;. + Significativo e superior à testemunha, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade; - Significativo e inferior à testemunha, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade; ns Não significativo, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

A morfometria óssea avaliada pelo peso úmido, seco e desengordurado assim como o comprimento, diâmetro e altura das tíbias não foram influenciados ($p>0,05$) pela redução da vitamina D₃ no premix e nem pela utilização do 1,25(OH)₂D₃ como fonte única da vitamina D em comparação com controle, pelo teste de Dunnett, aos 21 dias de idade. Williams et al. (2000) citado por Murakami et al (2009) correlacionaram o crescimento das aves com o desenvolvimento de ossos longos, e observaram que aves mais pesadas apresentaram ossos mais longos e de maiores valores de diâmetro e espessura da parede óssea. No presente estudo, isto não ocorreu, já que nessa fase, mesmo quando os frangos apresentaram as piores médias de peso (tabela 5) ao serem submetidos pelo tratamento que utilizou somente o

1,25(OH)₂D₃ como fonte única de vitamina D₃ a morfometria óssea não se diferenciou do controle.

Mcdowell (2000) esclarece que consequências gerais de deficiência de vitamina D, podem aparecer como inibição do crescimento, perda de peso e redução ou perda do apetite antes que sinais característicos relacionados ao sistema ósseo se tornem aparentes, similar ao que foi observado no presente estudo somente aos 42 dias de idade (Tabela 12), nas avaliações da influência da utilização do metabólito como fonte única de vitamina D sobre a qualidade óssea. Para comprovação de que a suplementação do metabólito 1,25(OH)₂D₃ tenha contribuído para a manutenção da integridade óssea, nesse estudo, seriam necessárias análises como dosagens do mesmo ou de similares no sangue e órgãos. Garcia et al (2013) estudando a influência de diferentes metabólitos de vitamina D₃ suplementados na ração de frangos de corte (25(OH)D₃, 1,25(OH)₂D₃, e 1α(OH)D₃) em diferentes fases de criação também não observaram diferenças para os parâmetros de diâmetro ósseo.

4.6 Mineralização, Densidade e Resistência Óssea

A mineralização óssea avaliada pelos teores de cinza e de Cálcio, assim como a densidade, medida pelo índice de Seedor e a resistência óssea expressa pela força de quebra da tíbia esquerda de frangos de corte aos 21 dias são expressos na tabela 10.

Tabela 10. Parâmetros de mineralização, densidade e resistência óssea em tíbias esquerdas de frangos de corte de 21 dias de idade alimentados com níveis reduzidos de vitamina D₃ e adição do metabólito 1,25(OH)₂D₃.

Tratamentos	Parâmetros de mineralização, densidade e resistência óssea da tíbia esquerda aos 21 dias			
	% CZ	% Ca	Seedor	FQ (N)
Controle (100% Vit D ₃)	52,71	33,73	67,48	213,43
100% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	51,92 ns	39,34 ns	71,31 ns	221,71 ns
75% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	50,93 ns	40,25 +	71,34 ns	211,91 ns
50% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	51,02 ns	37,70 ns	69,11 ns	206,65 ns
25% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	51,64 ns	35,13 ns	66,03 ns	190,49 ns
0% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	41,91 -	31,69 ns	64,78 ns	102,08 -
CV (%)	6,84	14,82	11,76	30,4

% Cz: percentual de cinza; % Ca: porcentagem de Cálcio nas cinzas; Seedor: índice de Seedor; FQ(N): Força necessária a quebra expressa em Newton; + Significativo e superior à testemunha, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade; - Significativo e inferior à testemunha, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade; ns Não significativo, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade

A mineralização óssea avaliada pelo percentual de cinza diferiu significativamente (p<0,05) do controle, pelo teste de Dunnett, somente no tratamento em que se utilizou o 1,25(OH)₂D₃ como fonte única da vitamina D, demonstrando os menores percentuais dessa variável, no entanto, mantendo-se ainda dentro dos percentuais aceitáveis de cinza em ossos de frangos, segundo os ensaios da *Association of Official Analytical Chemists - AOAC -* (1995), que estão entre 40 e 45% de cinza em aves que recebem suplementação com vitamina D₃. Resultados semelhantes foram encontrados por Garcia et al (2013) quando utilizaram o

1,25(OH)₂D₃ em rações de frangos de corte, e obtiveram percentual de cinza em torno de 44%.

No que se refere a mineralização avaliada pelo percentual de Cálcio nas cinzas das tíbias, nos tratamentos em que houve redução da vitamina no premix em 25% (75% Vit D₃+1,25(OH)₂D₃) esse percentual se diferenciou significativamente (p<0,05) nas tíbias pelo teste de Dunnett, em relação ao controle. Este resultado acompanhou os resultados encontrados no presente estudo para o parâmetro peso médio, nessa fase e, foi possível observar que os frangos que apresentaram o maior peso médio também apresentaram melhor percentual de Ca nos ossos longos. O 1,25(OH)₂D₃ desempenha um papel significativo na regulação do transporte ativo de Cálcio, garantindo a manutenção dos níveis plasmáticos e reduzindo a mobilização desse mineral nos ossos quando há correta nutrição e suplementação de vitaminas e minerais (SILVERTHORN, 2010).

A densidade óssea avaliada pelo índice de Seedor, não diferiu significativamente (p>0,05) do controle, pelo teste de Dunnett para os tratamentos testados, sendo consistente com os resultados de morfometria óssea, encontrados no presente estudo, onde o peso e o comprimento, utilizados para determinação desse índice, não diferiram significativamente do controle. De qualquer modo, é importante salientar que a utilização do 1,25(OH)₂D₃ como fonte única de vitamina D foi capaz de manter a média dessa variável semelhante ao tratamento controle. Garcia et al (2013), estudando a suplementação do metabólito 1,25(OH)₂D₃, em quantidade superior à que foi utilizada no presente estudo, e também em quantidade mais elevada que o recomendado pelo fabricante observaram valores de índice de Seedor maiores que os encontrados neste no presente estudo.

A resistência óssea representada pela força de quebra diferiu significativamente (p<0,05) do controle, pelo teste de Dunnett, apenas no tratamento em que se utilizou o 1,25(OH)₂D₃ como fonte única da vitamina D, apresentando os piores valores em relação a todos os tratamentos, acompanhando os resultados do percentual de cinzas. É importante ressaltar que a densidade óssea, está associada ao percentual de cinzas, e esse por sua vez a resistência à quebra. No presente estudo a associação entre os dois últimos parâmetros foi uma constante nessa fase, em que se observou que no tratamento onde o 1,25(OH)₂D₃ foi utilizado como fonte única de vitamina D, essas tíbias apresentaram o menor percentual de cinza e a menor resistência óssea à quebra. Ao suplementarem rações com o metabólito 1,25(OH)₂D₃ na forma sintética ou herbal junto a vitamina D₃ e avaliarem o efeito sobre a resistência a quebra de tíbias em frangos de corte de 14 dias de idade, Bachmann et al (2012) verificaram que tanto a forma sintética quanto a herbal do metabólito proporcionaram médias de resistência óssea superiores aos do tratamento controle (contendo somente vitamina D₃) concluindo que a utilização do metabólito contribuiu positivamente para o acréscimo na resistência óssea de frangos de corte.

Goff (2006) relatou que na fase inicial, frangos de corte são mais susceptíveis a alterações ósseas com a suplementação da vitamina D, pois nesse período ocorre elevada taxa de crescimento do tecido esquelético. Pizauro jr (2002) e Norman & Henry (2007) comprovaram a ação direta do 1,25(OH)₂D₃ na proliferação dos osteoblastos, responsáveis por sintetizar e regular a mineralização da matriz orgânica do osso. No presente estudo não foram realizadas avaliações histológicas dos ossos testados para comprovação de que a suplementação com o metabólito nos tratamentos contribuiu positivamente para manutenção da qualidade óssea, entretanto, até a redução de 75% de vitamina no premix e suplementação com 1,25(OH)₂D₃, as avaliações de qualidade óssea não se diferenciaram do controle.

4.7 Morfometria Óssea

A morfometria óssea (peso úmido, peso seco e desengordurado, comprimento, diâmetro e altura) em tíbias de frangos de corte aos 42 dias é expressa na tabela 11.

Tabela 11. Parâmetros de morfometria óssea em tíbias esquerdas de frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com níveis reduzidos de vitamina D₃ e adição do metabólito 1,25(OH)₂D₃.

Tratamentos	Parâmetros de morfometria da tíbia na idade 42 dias				
	P.U 42 d (g)	P.DES (g)	CMP (mm)	Di (mm)	AL (mm)
Controle (100% Vit D ₃)	14,44	6,24	110,70	9,21	8,14
100% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	14,42 ns	6,29 ns	100,84 ns	8,61 ns	7,67 ns
75% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	15,50 ns	6,65 ns	102,62 ns	9,7 ns	8,28 ns
50% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	13,79 ns	5,93 ns	100,74 ns	9,03 ns	7,75 ns
25% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	15,43 ns	6,50 ns	101,96 ns	9,39 ns	8,25 ns
0% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	12,15 ns	4,12 -	90,87 -	8,64 ns	7,74 ns
CV (%)	14,62	13,51	4,16	11,43	11,92

PU: Peso úmido tíbia; PDES: peso tíbia seca e desengordurada; CMP: Comprimento; Di: diâmetro; AL: Altura; + Significativo e superior à testemunha, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade; - Significativo e inferior à testemunha, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade; ns Não significativo, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade

A morfometria óssea avaliada pelo peso úmido, assim como o diâmetro e altura das tíbias não foram influenciados ($p>0,05$) pela redução da vitamina D₃ no premix e nem pela utilização do 1,25(OH)₂D₃ como fonte única da vitamina D em comparação com controle, pelo teste de Dunnett, aos 42 dias de idade. Semelhante ao ocorrido nas tíbias dos frangos aos 21 dias de idade (Tabela 9). O peso seco e desengordurado e o comprimento das tíbias esquerdas dos frangos de corte de 42 dias, por outro lado, diferiram significativamente ($p<0,05$) do controle, pelo teste de Dunnett, apresentando as piores médias no tratamento em que se utilizou o 1,25(OH)₂D₃ como fonte única da vitamina D, diferente do ocorrido aos 21 dias de idade (Tabela 9). Murakami (2000) citando Howlet (1980) explica que o crescimento dos ossos longos é um processo que envolve, ao mesmo tempo, o crescimento da epífise, de forma radial, acompanhado por ossificação endocondral, e da diáfise, de forma intramembranosa por aposição do tecido ósseo do perióstio e endocondral por atividade osteogênica do disco epifisário, sendo esse processo de crescimento responsável pelo aumento do peso e comprimento dos ossos longos. Para elucidar e discutir melhor esses resultados haveria necessidade de realizar dosagens da vitamina ou metabólitos no sangue e tecidos no intuito de elucidar se a quantidade de 1,25(OH)₂D₃ utilizada nesse estudo não foi suficiente para promover vitamina para o desenvolvimento dos ossos longos nos frangos que receberam apenas esse metabólito como fonte única dessa vitamina. Garcia et al (2013) estudando a influência de diferentes metabólitos de vitamina D₃ suplementados na ração de frangos de corte em diferentes fases de criação (25(OH)D₃, 1,25(OH)₂D₃, e 1 α (OH)D₃) não observaram diferenças para o diâmetro ósseo.

4.8 Mineralização, Densidade e Resistência Óssea

A mineralização óssea avaliada pelos teores de cinza e de Cálcio, assim como a densidade, medida pelo índice de Seedor e a resistência óssea expressa pela força de quebra da tíbia esquerda de frangos de corte aos 42 dias são expressos na tabela 12.

Tabela 12. Parâmetros de mineralização, densidade e resistência óssea em tíbias de frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com níveis reduzidos de vitamina D₃ e adição do metabólito 1,25(OH)₂D₃.

Tratamentos	Parâmetros de mineralização, densidade e resistência óssea da tíbia esquerda aos 42 dias			
	% CZ	% Ca	Seedor	FQ (N)
Controle (100% Vit D ₃)	47,86	32,53	142,61	311,94
100% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	48,46 ns	34,74 ns	142,98 ns	340,92 ns
75% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	47,67 ns	30,91 ns	151,04 ns	335,39 ns
50% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	46,22 ns	31,00 ns	138,33 ns	285,13 ns
25% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	47,78 ns	31,00 ns	151,34 ns	360,31 ns
0% Vit D ₃ +1,25(OH) ₂ D ₃	40,14 -	28,45 ns	133,20 ns	146,30 -
CV (%)	6,71	14,98	12,81	24,58

% Cz: porcentagem de cinza; % Ca: porcentagem de Cálcio nas cinzas; I.Seedor: índice de Seedor; FQ(N): Força de quebra expressa em Newton; + Significativo e superior à testemunha, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade; - Significativo e inferior à testemunha, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade; ns Não significativo, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

A mineralização óssea avaliada pelo percentual de cinza diferiu significativamente ($p < 0,05$) do controle, pelo teste de Dunnett, no tratamento em que se utilizou o 1,25(OH)₂D₃ como fonte única da vitamina D, tendo se apresentado inferior, mas ainda assim, dentro dos percentuais aceitáveis de cinza em ossos de frangos, segundo os ensaios da *Association of Official Analytical Chemists* - AOAC - (1995), que estão entre 40 e 45% de cinza em aves que recebem suplementação com vitamina D₃. Esses resultados acompanharam o que ocorreu com essas variáveis aos 21 dias de idade, considerando que na fase de 42 dias, o aumento no comprimento e peso do osso não aumentou o conteúdo de cinzas nesse tratamento. Parkinson (1996) destaca que o percentual de cinza nas fases iniciais de crescimento da ave aumenta de 29 a 47% enquanto o peso dos ossos pode aumentar até 8 vezes em relação ao peso inicial, sendo assim, o percentual de cinza dos ossos permanece relativamente constante, enquanto o peso seco continua a aumentar com o crescimento ósseo. Os outros tratamentos não diferiram significativamente do controle para esta variável. Oliveira et al (2008) ao avaliar percentual de cinza em ossos de frangos de 42 dias de idade em rações com níveis normais de vitaminas obteve 46,19% de cinza. Fritts e Waldroup (2003) observaram que a fonte de vitamina D influenciou a quantidade de cinza nos ossos dos frangos de 21 e 42 dias quando utilizaram rações suplementadas com diferentes fontes de vitamina D (Vitamina D₃ e 25(OH)D₃), sendo que as maiores médias de cinza foram obtidas nos ossos das aves alimentadas com o 25(OH)D₃, metabólito anterior ao 1,25(OH)₂D₃.

No que se refere a mineralização avaliada pelo percentual de Cálcio nas cinzas das tíbias esquerdas, os tratamentos não diferiram significativamente ($p>0,05$) do controle, pelo teste de Dunnett, para a idade de 42 dias. É importante salientar que ao se utilizar o $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ como fonte única da vitamina D, o percentual de cálcio não se diferenciou do controle. Similar ao ocorrido na idade de 21 dias, reforçando aqui a mesma discussão já utilizada, naquela ocasião que enfatiza sobre o papel do $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ na regulação fisiológica da absorção intestinal de Cálcio e que se respalda nos relatos de Silverthorn (2010), de que o $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ pode aumentar o transporte ativo de Ca em até 30%. Segundo Norman & Henry (2007), quando o $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ foi fornecido à pintinhos deficientes em vitamina D pôde-se observar que o transporte de cálcio alcançou taxas máximas entre 12 e 14h, mantendo os níveis circulantes adequados e diminuindo a mobilização do cálcio dos ossos.

A densidade óssea avaliada pelo índice de Seedor não diferiu significativamente ($p>0,05$) do controle, pelo teste de Dunnett para os tratamentos testados, seguindo o mesmo comportamento apresentado para densidade óssea aos 21 dias de idade (tabela 10), e acompanhando os resultados de peso úmido os quais também não foram significativos entre os tratamentos e o controle. Alahyari-Shahrab et al. (2012) destacaram a utilização exagerada de vitaminas lipossolúveis em rações de frangos de corte, ao testarem os efeitos da redução dos níveis e total retirada de vitamina D_3 no premix para essas aves dos 29 aos 42 dias de idade, e avaliarem parâmetros de composição de carcaça e sangue (fosfatase alcalina e cálcio). Aos 35 e 42 dias de idade, os resultados observados indicaram um excesso na quantidade de vitaminas no premix de até três vezes a exigência de frangos de corte. Os autores salientam que a total retirada da vitamina no premix de 29-42 dias poderia reduzir os custos de produção sem efeitos adversos no desempenho das aves, já que as mesmas são capazes de armazenar vitaminas lipossolúveis no fígado, rim e próprio tecido adiposo em quantidade suficiente para suprir sua necessidade por 15 dias ou mais. Souza e Vieites (2014) também alertaram que indústrias de suplementos, chegam a exceder as necessidades das aves em até 10 vezes aos recomendados nos relatórios de pesquisa, quando se tratam de vitaminas lipossolúveis, justificando a busca de ajustes locais que permitam a entrega em quantidade correta desses nutrientes, mesmo depois dos processos físicos de fabricação e transporte das rações, talvez por esse motivo, as variáveis avaliadas qualidade óssea não tenham sido drasticamente afetadas quando se reduziu a quantidade de vitamina D_3 do premix em até 75%.

A resistência óssea representada pela força de quebra diferiu significativamente ($p<0,05$) do controle, pelo teste de Dunnett, apenas no tratamento em que se utilizou o $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ como fonte única da vitamina D, apresentando os piores valores em relação a todos os tratamentos, acompanhando os resultados do percentual de cinzas como ocorrido nas avaliações de ossos de aves de 21 dias (tabela 10). Os resultados concordam com o proposto por Currey (2003) que revendo sobre as várias adaptações que os ossos sofrem no decorrer do desenvolvimento, sugeriu que o conteúdo mineral é o principal determinante das diferenças observadas nas propriedades mecânicas entre ossos de várias espécies, indicando que quanto maior o conteúdo mineral maior a resistência óssea. Esta observação suporta o efeito oposto ocorrido no tratamento com a utilização apenas do metabolito como fonte única da vitamina D, pois os menores percentuais de cinzas foram acompanhados das menores médias de força de quebra. Garcia et al (2013) trabalhando com o $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$, encontraram para a força de quebra, valores médios de 34,31 kgf (aproximadamente 336,46 N). Entretanto esses autores usaram o metabolito $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ em quantidades muito superiores a recomendação do fabricante, pois ao testarem o metabolito usaram-no nas mesmas proporções da vitamina D sintética. Enquanto neste presente estudo o $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ foi adicionado obedecendo as recomendações do fabricante (quantidade fixa de 50g/ tonelada de ração). Newman e Leeson (1999) testaram diferentes dietas adicionadas de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ e vitamina C em poedeiras,

mantendo as aves em níveis reduzidos de vitamina, e observaram depois de 15 dias do uso da dieta nas aves, que ao suplementarem as rações dessas aves com nível adequado de vitamina D₃, o metabólito 1,25(OH)₂D₃ passa a ter efeito limitado sobre a resistência óssea e parâmetros de composição óssea (minerais) comprovando a capacidade de armazenamento de vitaminas lipossolúveis no fígado e rim por essas aves como indicado por Alahyari-Shahrasb et al. (2012).

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos nesse trabalho foi possível concluir que o desempenho e a qualidade óssea de frangos de corte foi afetado pela redução de diferentes níveis vitamina D, no premix, suplementados com 50g/ton de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ sendo que essa influencia foi dependente da fase de criação

A redução de 75% no nível de vitamina D_3 do premix adicionada do $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ foi capaz de manter os parâmetros de desempenho zootécnico (peso, conversão alimentar e consumo), dentro dos padrões recomendados pelo manual da linhagem, além da qualidade óssea similar ao tratamento controle, aos 21 e 42 dias.

O rendimento de carcaça e cortes nobres não foi influenciado redução do nível de vitamina D_3 do premix suplementada com o $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$

A utilização do $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ como fonte única da D, na quantidade testada, prejudicou o desempenho zootécnico, o peso ao abate e de carcaça além de ter piorado a qualidade óssea avaliada pelo percentual de cinza e pela resistência óssea à quebra em todas as fases da criação dos frangos.

Mais análises tais como dosagens do metabólito ou similares no sangue e órgãos necessitariam ser realizadas para comprovação da amplitude de eficácia do $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ sobre os níveis de vitamina testados. Assim como também a avaliação econômica da redução dos níveis de vitamina e suplementação com o $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAHYARI-SHAHRASB, M.; MORAVEJ, HOSSEIN; SHIVAZAD, M. Decreasing vitamin premix on chicken carcass composition and blood chemistry in floor and battery cage systems. **Italian Journal of Animal Science** v.11, n.14. 2012.

ALMEIDA, I.C.L.; GARCÍA, E.A.; VULCANO, L.C.; BALLARIN, A.W.; SILVA, M.C.; CARDOSO, K.F.G. Efeito do cálcio na qualidade óssea e de ovos de poedeiras. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 222, 2009, pp. 173-183 Universidad de Córdoba España.

ANDRIGUETTO, J.M. et al. **Nutrição animal**. v.1. São Paulo: Nobel, 2002. 395p.

ANSI/ASAE S459 - MAR98. **Shear and Three-Point Bending Test of Animal Bone**. Approved FEB 1993; reaffirmed MAR 1998 by American National Standards Institute. ASAE STANDARDS 1998.

AOAC, 1995. Vitamins and other nutrients: AOAC official method of determination of vitamin D3 in poultry feed supplements via the chick bioassay. In: **Official Methods of Analysis of AOAC International**, p. 57. AOAC International, Arlington, VA, 1995.

APPLEGATE, T. J. AND R. ANGEL. **Phytase: Basics of enzyme function**. Pamphlet – Farm Animal Management at Purdue. 2005.

APPLEGATE, T.J.; ANGEL, R. Los metabolitos de la vitamina D son prometedores para uso en dietas avícolas. *Vademécum Avícola*, 2005. Arkansas Nutrition Conference, 2005, Arkansas. **Proceedings...** Arkansas: [s.n.], 2005.

ARAÚJO, C.S.S.; ARTONI, S.B.M. Lúcio Francelino et al. Densidade óssea de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de aminoácidos e cálcio durante a fase final de criação. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 203-208, April/June, 2006

AXEN E., BERGMAN T., and WIKVALL K., Microsomal 25-hydroxylation of vitamin D₂ and vitamin D₃ in pig liver. **The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology**, 51, 97, 1994.

BACHMANN, H; MCCORMACK, H.A; WHITEHEAD, C.C. The effectiveness of a new standardized *solanum glaucophyllum* preparation for optimizing bone quality in broilers. **Book of Abstracts World's Poultry Science Journal, Supplement 1**, Expanded Abstract - Poster Presentation. WPC2012 - Salvador - Bahia - Brazil • 5 - 9 August – 2012.

BAKER DH, BIEHL RR, EMMERT JL. Vitamin D3 requirement of young chicks receiving diets varying in calcium and available phosphorus. **Bristh Poultry Science** 1998; v.39, n.3, p.413-417.

BANKS, W.J. **Tecidos de sustentação - osso**. In: BANKS, W.J. (Ed.). *Histologia veterinária*. 2. ed. São Paulo: Manole, p. 137-165. 1991.

BAR A, RAZAPHKOVSKY V, VAX E, PLAVNIK I 2003 Performance and bone development in broiler chickens given 25-hydroxycholecalciferol **Bristh Poultry Science**, v. 44, p.224-233. 2003.

BARREIRO FR, SAGULA AL, JUNQUEIRA OM, PEREIRA GT, BARALDI-ARTONI, SM. Densitometric and biochemical values of broiler tibias at different ages. **Poultry Science**, v.88, n.12, p.2644-2648. 2009.

BARROS, R. **Efeito da vitamina d ativada no desempenho zootécnico e qualidade óssea de suínos**. 2010. 57p. Dissertação. (Mestrado em Ciências Veterinárias) UFPR, 2010.

BOLAND R., SKLIAR M., CURINO A., MILANESI L. (2003) Vitamin D compounds in plants. **Plant Science** v.164, n.3, p.357-369.

BOLAND, R. L., M. I. SKLIAR, and A. W. NORMAN. 1987. Isolation of vitamin D3 metabolites from *Solanum malacoxylon* leaf extracts incubated with ruminal fluid. **Planta Medica**, v.53, p.161–164.

BOND P. L., SULLIVAN T. W., DOUGLAS J. H., ROBESON L. G. Influence of age, sex, and method of rearing on tibia length and mineral deposition in broilers. **Poultry Science**, v.70, p. 1936–1942. 1991.

BORGES, L.L.; BARALDI-ARTONI, S.M.; AMOROSO, L. Densidade mineral óssea na produção de frangos de corte. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. Ano VIII, n.15, Julho de 2010 – Periódicos Semestral.

BORTMAN, P. FOLGUEIRA M. A. A. K.;KATAYAMA M. L. H.;SNITCOVSKY I. M. L.;BRENTANI M. M.. "Antiproliferative effects of 1,25-dihydroxyvitamin D3 on breast cells: a mini review". **The Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.35, n.1, p.01-09, 2002.

BOUILLON R, CARMELIET G, VERLINDEN L, VAN EE, VERSTUYF A, LUDERER HF, LIEBEN L, MATHIEU C, DEMAY M. Vitamin D and human health: lessons from vitamin D receptor null mice. **Endocrine Reviews**, v.29, p.726 – 776, 2008.

BRITO, J.A.G.; BERTECHINI, A.G., FASSANI, E.J., et al. 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.

BRITO, Jerônimo Ávito Gonçalves de. **Vitamina D3 e 25-hidroxicolecalciferol (25-OHD3) em rações de frangos de corte e seus efeitos sobre desempenho, rendimento de carcaça, características ósseas e morfologia intestinal**. 2008. 120p. Tese (Doutorado em Nutrição de Monogástricos). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CHENG J.B., LEVINE M.A., BELL N.H., MANGELSDORF D.J., AND RUSSELL D.W., Genetic evidence that the human CYP2R1 enzyme is a key vitamin D25-hydroxylase. **Proceedings of National Academy of Sciences**. USA, v.101,p.7711,2004.

CHENG Y. H., J. P. GOFF, J. L. SELL, M. E. DALLORSO, S. GIL, S. E. PAWLAK, and R. L. HORST. Utilizing *Solanum glaucophyllum* Alone or With Phytase to Improve Phosphorus Utilization in Broilers. **Poultry Science**, v.83 p.406–413, 2004.

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

COBB-VANTRESS. **Suplemento: Desempenho e nutrição para frangos de corte**. Cobb 500. Revisado abril 2012. L-2114-06 PO. Outubro 2013.

COLLET, S. **Características Ósseas de Frangos de Corte Suplementados com Diferentes Níveis de Vitamina D**. 2013. 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). UFGD, Dourados – MS, 2013.

COLLINS E.D.; NORMAN, A.W. Vitamin D. Handbook of Vitamins/ edited by Lawrence J. Machlin. 2nd ed., rev and expanded. **Food Science and technology**, v.40, 1991.

CURREY J.D. The many adaptations of bone. **Journal of Biomechanics**, v. 36 p.1487–1495, 2003.

DRIVER, J.P.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I. et al. Calcium requirements of the modern broiler chicken as influenced by dietary protein and age. **Poultry Science**, v.84, p.1629-1639, 2005.

EDWARDS H.M.Jr., ELLIOT M.A., SOONCHARERNYING S. (1992) Effect of dietary calcium on tibial dyschondroplasia. Interaction with light, cholecalciferol, 1,25-Dihydroxycholecalciferol, protein and synthetic zeolite. **Poultry Science**, v.71, p. 2041-2055, 1992.

EDWARDS HM, CARLOS AB, KASIN A. Evaluation of commercial cholecalciferol (D3) sources. **Poultry Science** v. 75 (Suppl. 1): 1 (Abstract), 1996;

EDWARDS HM. Jr Nutrition and skeletal problems in poultry. **International Journal of Poultry Science**, v.79, n.7, p.1018-23, 2000.

EDWARDS, H. M., JR., M. A. ELLIOT, S. SOONCHARERNYING, AND W. M. BRITTON. Quantitative requirement for cholecalciferol in the absence of ultraviolet light. **Poultry Science**, v.73, p.288–294, 1994.

EDWARDS, H.M. Jr., Nutrition and Skeletal Problems in Poultry. **Poultry Science**, v.79, p.1018–1023, 2000.

EDWARDS, H.M Jr. The effect of dietary cholecalciferol, 25-hydroxycholecalciferol and 1,25-dihydroxycholecalciferol on the development of tibial dyschondroplasia in broiler chickens in the absence and presence of disulfiram. **The Journal of Nutrition**, v.119, n.4, p.647-652, 1989.

EISMAN, J. A., HAMSTRA, A. J., KREAM, B. E. & DELUCA, H. F. (1976) **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.176, p.235-243, 1976.

ELLIOT, M. A., K. D. ROBERSON, G. N. ROWLAND, III, AND H. M. EDWARDS, JR., 1995. Effects of dietary calcium and 1,25-dihydroxycholecalciferol on the development of tibial dyschondroplasia in broilers during the starter and grower periods. **Poultry Science**, v. 74, p. 1495-1505, 1995.

FARQUHARSON C, JEFFEREIS D. Chondrocytes and longitudinal bone growth: the development of tibial dyschondroplasia. **International Journal of Poultry Science**, v.79, n.7, p. 994-1004, 2000.

FARQUHARSON C, WHITEHEAD CC, RENNIE JS, LOVERIDGE N. In vivo effect of 1,25 dihydroxycholecalciferol on the proliferation and differentiation of avian chondrocytes. **Journal of Bone and Mineral Research**, v.8, p.1081-1088, 1993.

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

FLEMING, R.H., D. KORVER, H.A. MCCORMACK AND C.C. WHITEHEAD. Assessing bone mineral density *in vivo*: digitized fluoroscopy and ultrasound. **Poultry Science**, v.83, p.207-214, 2004.

FRITTS C.A., WALDROUP P.W. Effect of source and level of Vitamin D on live performance and bone development in growing broilers. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.12, p.45-52, 2003.

FROST TJ, ROLAND SR DA, UNTAWALE GG. Influence of vitamin D₃, 1 α-hydroxyvitamin D₃, and 1,25 - dihydroxyvitamin D₃ on eggshell quality, tibia strength, and various production parameters in commercial laying hens. **Poultry Science**, v.69, p.2008-2016, 1990.

GARCIA, A.Q.M., MURAKAMI, A.E.; DUARTE, C.R.A.; ROJAS, I.C.O.; PICOLI, K.P.; PUZOTTI, M.M. 2013 Use of Vitamin D₃ and Its Metabolites in Broiler Chicken Feed on Performance, Bone Parameters and Meat Quality. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (AJAS)**, v. 26, n.3, p. 408-415, 2013.

GARCIA, A. F.Q.M. **Utilização de vitamina d e seus metabólitos na alimentação de frangos de corte.** / Ana Flávia Quiles Marques Garcia. 2012. 59f. il, figs., tab. Dissertação (mestrado) Universidade Estadual de Maringá, 2012.

GARCIA, A.F.Q.M; MURAKAMI, A.E.; RODRIGUEIRO, B.R.J.; DUARTE, C.R.A.; EYNG, C.; PICOLI, K.P. Vitamin D₃ and its Metabolites On Performance And Bone Quality Of Broiler Chickens. **World's Poultry Science Journal, Supplement 1.** WPC2012 - Salvador - Bahia - Brazil • August – 2012.

GOFF, J. P. Distúrbios do metabolismo dos carboidratos e da gordura. In: REECE, W. O. D. **Fisiologia dos animais domésticos.** 12a. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 926 p.

HAN, J.C.; YANG, X.D.; ZHANG, T. et al. Effects of 1α -hydroxycholecalciferol on growth performance, parameters of tibia and plasma, meat quality, and type IIb sodium phosphate cotransporter gene expression of one-to-twenty-one-day-old broilers. **Poultry Science**, v.88, n.2, p. 323-329, 2009.

HARRISON H.E and H.C HARRISON, **Disorders of calcium and phosphate metabolism in childhood and adolescence**. Saunders company, Philadelphia, 1979.

HENRY H.L. AND NORMAN A.W., Studies on calciferol metabolism. IX. Renal 25-hydroxyvitamin D₃-1-hydroxylase. Involvement of cytochrome P450 and other properties. **The Journal of Biological Chemistry**, v.249, n.23, Issue of December 10, p.7529-7535, 1974.

HENRY H.L., DUTTA C., CUNNINGHAM N., BLANCHARD R., PENNY R., TANG C., MARCHETTO G., AND CHOU S.-Y., The cellular and molecular regulation of 1,25(OH)₂D₃ production. **The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology**, v.41, p. 401-407, 1992.

HENRY H.L., Vitamin D hydroxylases. **Journal of Cellular Biochemistry**, v.49, n.4, 1992.

HESTER, P.Y. The role environment and management on leg abnormalities in meat-type fowl. **Poultry Science**, Savoy, v. 73, p. 904-915, 1994.

HESTER, P.Y., M.A. Schreiweis, J.I. Orban, H. Mazuko, M.N. Kopka, M.C. Ledur and M.E. Moody. Assessing bone mineral density *in vivo*: dual energy X-ray absorptiometry. **Poultry Science**, v.83, p.215-221. 2004.

HOLICK, M.F. and DeLUCA, H.F (1971) **The Journal of Lipid Research**, v.12, p.460-465, 1971.

HOWLET, C.R. The fine structure of the proximal growth plate metaphysis of the avian tibia: endochondral osteogenesis. **Journal of Anatomy**, Cambridge, v. 130, n. 4, p. 745-768, 1980.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, 2008 p. 1020 versão eletrônica. Disponível em: http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf. Acessado em: 12/08/2013.

JONES, G., & DeLUCA, H.F. (1975) **The Journal of Lipid Research**, v.16, p.448-453, 1975.

KASIM S, BLAKE B.L, FAN X, et al. The role of dopamine receptors in the neurobehavioral syndrome provoked by activation of L-type calcium channels in rodents. **Developmental Neuroscience**. v.28, n.6, p.505-517, 2006.

KEVIN D. ROBERSON and HARDY M. EDWARDT IR. Effect of Dietary 1,25-Dihydroxycholecalciferol level on Broiler Performance. **Poultry Science** v.75 p.90-94. 1996.

KILBURN J, EDWARDS HM. The response of broilers to the feeding of mash or pelleted diets containing maize of varying particle sizes. **British Poultry Science**. v. 42, n.4, p. 484-492, 2001.

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

KORVER, D.R., J.L. SAUNDERS-BLADES AND K.L. NODEAN. 2004. Assessing bone mineral density in vivo: quantitative computed tomography. **Poultry Science**, v.83: p.222-229. 2004.

LEDWABA, F. M.; ROBERSON, K. D. Effectiveness of 25-hydroxycholecalciferol in the prevention of tibial dyschondroplasia in Ross cockerels depends on dietary calcium level. **Poultry Science**, v.82, p. 1769-1777, 2003.

LEESON, S. Vitamin requirements: is there basis for reevaluating dietary specifications? **World's Poultry Science Journal**, v.63, n.2, p.255-266, 2007.

McDOWELL, L. R. 2000. **Vitamins in animal and human nutrition**. Iowa State University Press, Ames, IA. 793 pp.

MICHALCZUK, M.; PIETRZAK, D., NIEMIEC, J, MROCZEK, JAN. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, v.60, n.2, p.121-126, 2010.

MONTERA, V.S.P e MESQUITA, E.T. O Papel da Vitamina D na Insuficiência Cardíaca. **Revista Brasileira de Cardiologia**. v.23, n.2, p. 124-130, 2010.

MUNIZ, E.B., ARRUDA, A.M.V., FASSANI, E.J, TEIXEIRA, A.S., SILVA, J.H.V. redução do nível de cálcio dietético para frangos de corte na fase inicial de crescimento. **REVISTA CAATINGA** (Mossoró,Brasil), v.20, n.3, p.58-69, 2007. Disponível em:<http://www.ufersa.edu.br/caatinga>. Acessado em: 14/08/2013.

MURAKAMI A. Balanço 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.

MURAKAMI, A.E.; GARCIA, E.R.M., MARTINS, E.N.; MOREIRA, I.;SCAPINELLO, C.; OLIVEIRA, A.F.G. Efeito da inclusão de óleo de linhaça nas rações sobre o desempenho e os parâmetros ósseos de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1256-1264, 2009.

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**. v.14, n.3, p. 159-232, Jul - Sept 2012.

NAPOLI J.L., REEVE L.E., EISMAN J.A., SCHNOES H.K. & DELUCA H.F. (1977). *Solanum glaucophyllum* as source of 1,25-Dihydroxyvitamin D₃. **The Journal of Biological Chemistry**, v.252, p.2580-2583, 1977.

NEWMAN, S., AND S. LEESON. The Effect of Dietary Supplementation with 1,25-Dihydroxycholecalciferol or Vitamin C on the Characteristics of the Tibia of Older Laying Hens. **Poultry Science** v.78 p.85–90, 1999.

NORMAN, A.W. AND HENRY, H.L. 2007. Vitamin D. In: **Handbook of vitamins**. 4th ed. CRC Press, Taylor e Francis Group. Boca Raton, FL. p. 42-88. 2007.

NRC - National Research Council, Nutrient requirements of poultry, Washington: National Academy Press, 9th revised ed., 1994.

OLIVEIRA, M.C., MARQUES, R.H., GRAVENA, R.A., GIUSTI BRUNO, L.D., ET AL Qualidade óssea de frangos alimentados com dietas com fitase e níveis reduzidos de fósforo disponível. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 30, n. 3, p. 263-268, 2008 p.12.

ONYANGO, E.M., P.Y. HESTER, R. STROSHIME AND O. ADEOLA. Bone densitometry as an indicator of tibia ash in broiler chickens fed varying dietary calcium and phosphorus levels. **Poultry Science**, v. 82, p.1787-1797, 2003.

PAPEŠOVÁ, L., FUČÍKOVÁ, A., PÍPALOVÁ, M., TUPÝ,P. The synergic effect of vitamin D₃ and 25-hydroxycholecalciferol/ calcidiol in broiler diet. **SCIENTIA AGRICULTURAE BOHEMICA**, v.39, n.3, p.273–277, 2008.

PARKINSON G., THORP B. H. Sequential studies of endochondral ossification and serum 1,25-dihydroxycholecalciferol in broiler chickens between one and 21 days of age. **Research in Veterinary Science**, v.60, p.173–178, 1996.

PARKINSON, G. B. – CRANSBERG, P. H.: Effect of caseinphosphopeptide and 25-hydroxycholecalciferol on tibial dyschondroplasia in growing broiler chickens. **British Poultry Science**, v.45, p.802–806, 2004.

PARKINSON, G., VAIANO, S. & AZUOLAS, J. (1992) Rickets and tibial dyschondroplasia in Australia broiler chickens. **Australian Poultry Science Symposium**, University of Sydney, Sydney. p 125-130, 1992.

PERRET C., DESPLAN C., BREHIER A., AND THOMASSET M., Characterization of rat 9-kDa cholecalciferin (CaBP) messenger RNA using a complementary DNA: Absence of homology with 28-kDa cholecalciferin mRNA. **European Journal of Biochemistry**, v.148, p.61-66, 1985.

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

PONSO, R.; FARIA, D.E.; ALBUQUERQUE, R.; PAZ,I.C.L.A 1; ARTONI, S.M.B; SANTOS,A.L.; SAVIANI,G.3; ARAÚJO,C.M.M. Avaliação do desenvolvimento da discondroplasia tibial em frangos de corte submetidos à dieta com 25 hidroxicolecalciferol. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, São Paulo, v. 49, n. 2, p. 153-161, 2012.

PREMAOR, M.O. **Deficiência de vitamina D e hiperparatireoidismo secundário em adultos.**/ Melissa Orlandin Premaor. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. 2007.

REDDY, G. S.; K.-Y. TSERNG. Calcitroic acid, end product of renal metabolism of 1,25-dihydroxyvitamin D3 through C-24 oxidation pathway. **Biochemistry**, v.28, p.1763–1769, 1989.

RENNIE J.S, WHITEHEAD C.C. Effectiveness of dietary 25- and 1-hydroxycholecalciferol in combating tibial dyschondroplasia in broiler chickens. **British Poultry Science**. v.37, p. 413-421. 1996.

RENNIE, J.S., H.A. McCORMACK, C.FARQUHARSON, J.L. BERRY, E. B. MAWER, AND C.C.WHITEHEAD, 1995. Interaction between dietary 1,25-dihydroxycholecalciferol and calcium and effects of managements on the occurrence of tibial dyschondroplasia, leg abnormalities and performance in broiler chickens. **British Poultry Science**. v.36, p. 465-477, 1995.

RIDDEL C. Non-infectious skeletal disorders of poultry: an overview. In Whitehead C.C. (ed) Bone Biology and Skeletal Disorders in Poultry. **Poultry Science Symposium**, v.23, p.119-145, 1992.

ROBERSON KD, EDWARDS HM. Effects of ascorbic acid and 1,25-dihydroxycholecalciferol on alkaline phosphatase and tibial dyschondroplasia in broiler chickens. **British Poultry Science** v.35, p.763-773. 1994.

ROBERSON, K. D., AND H. M. EDWARDS, JR., Effect of dietary 1,25-dihydroxycholecalciferol level on broiler performance. **Poultry Science** v.75, p. 90–94, 1996.

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

SANDERS, A.M., and H.M. EDWARDS, JR. The effects of 1,25-dihydroxycholecalciferol on performance and bone development in the turkey poult. **Poultry Science**, v.70, p. 853-866, 1991.

SAUNDERS-BLADES J, KORVER D. HyD and poultry: bones and beyond. **European Poultry Conference**, Verona, Italy; 2006

SCHÄUBLIN, H.; WIEDMER, H.; ZWEIFEL, R. The effect of a new herbal vitamin D3 on performance, blood parameters and tibial dyschondroplasia in broiler chickens. **Aviforum – Swiss aviculture formation and research centre**, 2010.

SCHREIWEIS, M.A., J.I. ORBAN, M.C. LEDUR AND P.Y. HESTER. The use densitometry to detect differences in bone mineral density and content of live white Leghorns fed varying levels of dietary calcium. **Poultry Science**, v.82, p.1292-1301, 2003.

SCHREIWEIS, M.A., J.I. ORBAN, M.C. LEDUR, D.E. MOODY AND P.Y. HESTER. Effects of ovulatory and egg laying cycle on bone mineral density and content White Leghorns as assessed by dual-energy x-ray absorptiometry. **Poultry Science**, v.83, p. 1011-1019, 2004.

SCHUCH N.J., GARCIA V.C., MARTINI L.A. Vitamin D and endocrine diseases. **Arq. Bras. Endocrinol. Metabol**, v.53, p.625-633, 2009.

SEEDOR, J.G. 1995. The biophosphonate alendronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. **Journal of Bone and Mineral Research**, v.4, p.265- 270, 1995.

SEEDOR, J.G.; QUARRUCCIO, H.A.; THOMPSON, D.D. The biophosphonate alendronate (MK-217) inhibits bone loss due to ovariectomy in rats. **Journal of Bone and Mineral Research**, v.6, p.339-346, 1991.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, F.A., MORAES, G.H.K., RODRIGUES, A.C.P. Efeitos do ácido L-glutâmico e da vitamina D3 nos fêmures e tibiotarsos de pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.2067-2077, 2001.

SILVA, R.M.; FURLAN, A.C.; TON, A.P.; MARTINS, E.N.; SCHERER, C.; MURAKAMI, A.E. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em Crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.38, n.8, p.1509-1517, 2009.

SILVERTHORN, D.U. **Fisiologia Humana - Uma Abordagem Integrada** - Dee Unglaub Silverthorn - 5ª Edição (Artmed). 960p. 2010.

SOARES J.H., KERR J.M., GRAY R.W. 25-Hydroxycholecalciferol in poultry nutrition. **Poultry Science** v.74, p.1919-1934,1995.

SOUZA, C.S. e VIEITES, F.M. vitamina D3 e seus metabólitos para frangos de corte. **Archives de Zootecnia**, v.63(R), p.11-24, 2014.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **System for Microsoft Windows**: release 9.1. Cary, 2002-2003. (CD-ROM).

ŚWIATKIEWICZ, S.; KORELESKI, J.; KOPOWSKI, J.. Effect of phytase and 25-hydroxycholecalciferol on the performance and bone quality in broiler chickens. **Medycyna Weterynaryjna**, v.62, n.1, p. 81-84, 2006.

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

TROP BH, DUCRO B, WHITEHEAD CC, FARQUHARSON C, SORENSEN, P. Avian tibial dyschondroplasia: The interaction of genetic selection and dietary 1,25-dihydroxycoleciferol. **Avian Pathology** v.22, p. 311-324,1993.

TSANG, C.P.W., A. A. GRUNDER, AND R. NARBAITZ. Optimal dietary level of 1 α ,25-dihydroxycholecalciferol for eggshell quality in laying hens. **Poultry Science**, v.69, p.1702–1712, 1990.

VAINO, S.A.,J.K. AZOULAS, G.B. PARKINSON, AND P.C.SCOTT. Serum total calcium, phosphorus, 1,25- dihydroxycholecalciferol and endochondral ossification defects in commercial broiler chickens. **Poultry Science**. v.73, p.1296-1305, 1994.

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

VIEITES, F.M.; SOUZA, C.S.; CARAMORI JUNIOR, J.G.; Active D₃ vitamin supplement and reduction of calcium and available phosphorus for broilers at 8 to 21 days of age. International conference of agricultural engineering. CIGR-AgEng2012. **Papers book**. Valencia Conference Centre July 8-12, 2012a. Valencia Spain.

VIEITES, F.M.; SOUZA, C.S.; VASCONCELOS, C.H.F., ARAUJO, C.V.; Carcass dressing and noble cut yields of male broilers supplemented with 1,25-dihydroxycholecalciferol and reduction of calcium and available phosphorus in the diets. International conference of agricultural engineering. CIGR-AgEng2012. **Papers book**. Valencia Conference Centre July 8-12, 2012b. Valencia Spain.

WALDENSTEDT, L. Nutritional factors of importance for optimal leg health in broilers: A review. **Animal Feed Science and Technology**. Volume 126, Issues 3-4, Pages 291–307, March 9, 2006.

WHITEHEAD C.C. Nutritional and metabolic disorders in meat poultry. **Book of abstracts of XXII World's poultry congress**. Istanbul, Turkey. 2004.

WHITEHEAD CC. Influence of vitamins and minerals on bone formation. Archiv fur Gelfugelkunde (**Special Issue – 11th European Poultry Conference**): 47 (Abstract). Bremen, Germany, 6-10 September 2002.

WISE D. R. Carcass conformation comparisons of growing broilers and laying strain chickens.Br. **Poultry Science**, v.11, p.325–332, 1970a.

XU T, KERR JM, SOARES JR, JH. Molecular aspects of tibial dyschondroplasia in the chicken: expression of calbindin-D28k gene. **Nutrition Research** v.18 n.1, p. 25-34, 1998.

XU T, SOARES JR, JH, LEACH RM JR, HOLLIS, BW, KERR JM. Evidence of increased cholecalciferol requirement in chickes with tibial dyschondroplasia. **International Journal of Poultry Science** v.76 p. 46-53,1997.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1	Vitamina D Importância, Funções e Suplementação	2
2.2	Metabólitos da Vitamina D.....	3
2.3	Síntese do Metabólito 1,25(OH) ₂ D ₃	4
2.4	O 1,25(OH) ₂ D ₃ de Origem Herbal.....	5
2.5	Vitamina D e Metabólitos – Ação Sobre o Desempenho de Frangos de Corte	6
2.6	Vitamina D e Seus Metabólitos – Ação Sobre o Rendimento de Carcaça de Frangos de Corte	7
3	MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1	Local, Aves e Manejo	12
3.2	Dietas Experimentais e Tratamentos.....	12
3.3	Parâmetros de Desempenho e Carcaça	16
3.3.1	Desempenho	16
3.3.2	Ganho de peso (g)	16
3.3.3	Peso médio (g)	17
3.3.4	Consumo de ração (g)	17
3.3.5	Conversão alimentar	17
3.3.6	Viabilidade criatória	17
3.3.7	Rendimento de carcaça.....	17
3.4	Análise da Qualidade Óssea	18
3.4.1	Análise da Qualidade Óssea	18
3.4.2	Densidade óssea (Índice de Seedor)	18
3.4.3	Força de quebra.....	19
3.4.4	Determinação dos teores de cinzas e minerais dos ossos.....	20
3.5	Delineamento Experimental e Modelo Estatístico.....	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1	Desempenho Zootécnico de Frangos de Corte aos 21 Dias.....	22
4.2	Desempenho Zootécnico de Frangos de Corte aos 35 Dias.....	24
4.3	Desempenho Zootécnico de Frangos de Corte aos 42 Dias.....	25
4.4	Rendimento de Carcaça e Cortes.....	27
4.5	Morfometria Óssea.....	28
4.6	Mineralização, Densidade e Resistência Óssea	29
4.7	Morfometria Óssea.....	31
4.8	Mineralização, Densidade e Resistência Óssea	32
5	CONCLUSÕES	35
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

