

JEFFERSON DOUGLAS MARTINS FERREIRA

**VITAMINA D3 EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE ESTRESSADOS POR
CALOR NO PERÍODO DE 1 A 21 DIAS DE IDADE**

TERESINA, 2017

JEFFERSON DOUGLAS MARTINS FERREIRA

**VITAMINA D3 EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE ESTRESSADOS POR
CALOR NO PERÍODO DE 1 A 21 DIAS DE IDADE**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí, como requisito para a obtenção do grau de Mestre.

Área de Concentração: Produção Animal

TERESINA, 2017

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco
Serviço de Processamento Técnico

F383v Ferreira, Jefferson Douglas Martins

Vitamina D3 em dietas para frangos de corte
estressados por calor no período de 1 a 21 dias de idade /
Jefferson Douglas Martins Ferreira – 2017.

43f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) –
Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.

Orientador: Prof. Dr. João Batista Lopes

1. Frango - Desempenho 2. Órgãos linfoides 3. Coração 4 .
Carcaça 5. Colecalciferol I.Título

CDD 636.5

**VITAMINA D3 EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE ESTRESSADOS
POR CALOR NO PERÍODO DE 1 A 21 DIAS DE IDADE**

JEFFERSON DOUGLAS MARTINS FERREIRA

Dissertação aprovada em: 31/03/2017

Banca Examinadora:



Prof. Dr. João Batista Lopes (Presidente) / DZO/CCA/UFPI



Prof. Dr. Daniel Medeiros de Noronha Albuquerque (Externo) / IFPI



Prof. Dr. Leonardo Atta Farias (Interno) / CPCE/UFPI

Aos meus pais José Francisco e Marlene, pelo apoio e amor incondicional que foram indispensáveis durante essa trajetória, principalmente, nos momentos em que os deveres profissionais, na busca do meu aprimoramento, impuseram a minha ausência;

À minha avó Carmosa (In memoriam), que foi de grande importância pra essa conquista;

Aos meus amigos Everton, Wanessa e Erica, com quem compartilhei as alegrias e desabafei minhas dificuldades;

Aos meus tios Marly, Valdemicio e aos meus professores Everan e Marineide por todo apoio, paciência e conselhos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Piauí (UFPI) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Animal (PPGCA), pela oportunidade de realização desse curso e por viabilizar esta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI), pelo apoio financeiro para execução da pesquisa.

Ao Colégio Agrícola de Teresina, por disponibilizar os galpões, viabilizar o abate das aves e pelo apoio durante a pesquisa.

Ao professor Dr. João Batista Lopes, pela valorosa orientação, apoio e disponibilidade, mas principalmente pela confiança, amizade, dedicação e exemplo de caráter e profissionalismo.

Ao professor Dr. Agostinho Valente de Figueirêdo, por todo direcionamento e ajuda durante o experimento.

Ao professor Dr. Daniel Louçana da Costa Araújo, pelos ensinamentos, motivação e amizade.

Ao professor Dr. Daniel Medeiros de Noronha Albuquerque e ao professor Dr. Leonardo Atta Farias, pela disponibilidade e valiosas contribuições científicas.

Ao Grupo de Análise de Alimentos e Exigências Nutricionais de Animais Não Ruminantes pela oportunidade de crescimento profissional e pessoal, no qual fiz grandes amizades e adquiri conhecimentos que levarei por toda minha vida.

Ao Professor Msc. Miguel Tomaz Lima, senhor Lindomar de Moraes Uchoa e Manoel José de Carvalho, pela dedicação e auxílio, cedendo o Laboratório de Nutrição Animal (LANA) e direcionando minhas análises, aos meus amigos Miguel Arcanjo Moreira Filho e Fernando Yúri Brandão Fernandes, pelo direcionamento e ajuda durante as análises.

Aos funcionários da UFPI que me ajudaram durante o experimento, Isaias Soares de Araújo, José Reis Gomes Vilanova, José da Cruz dos Santos Vilanova, Francisco Fernandes Neto, Marcelo Alves Barbosa, Adriano Cardoso Sales, Antônio Francisco da Silva Costa, Paulo Henrique da Cunha, Bento da Cunha Santos, Eri Celso Couto Nascimento, Carlos Magno Frazão, Ana Célia Gonçalves Lima, Gilberto Alves Teixeira e Sávio Braga Castelo Branco.

Aos meus amigos Mabell Nery Ribeiro, Maria do Carmo da Silva Veiga, Miriam Lima Fernandes, Vânia Batista de Sousa Lima, Hidaliana Paumerik Aguiar Bastos, Ravena Carvalho, Ingrid Moraes, Tatiele Pereira Araújo, Daniel Medeiros de Noronha Albuquerque, Sandra Regina Gomes da Silva, Elvânia Maria da Silva Costa, Daniela Cristina Pereira Lima, Snaylla

Natyelle de Oliveira Almendra, Lorrane Mesquita, Inácio Andrade, Igor Fontenele, Víctor Carneiro, Maria Clara Monteiro, Luiz Henrique De Carvalho Reis, Guilherme Wallan, Pedro Alexandrino, Pedro Bitencourt, Adalberto S. Silva Sousa, Thiago Jorge Dos Santos, Airton Blamires e Diego Carvalho Viana, por toda dedicação, disponibilidade, empenho e ajuda durante todo meu experimento.

Muito obrigado.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Termorregulação e estresse por calor em frangos de corte	13
2.1.1 Homeotermia e zona de conforto térmico	13
2.1.2 Respostas fisiológicas e comportamentais ao estresse por calor	14
2.2 Vitamina D para frangos de corte	15
2.2.1 Metabolismo e funções da vitamina D	15
2.2.2 Efeitos da vitamina D sobre os frangos de corte	16
3 CAPÍTULO I – Vitamina D3 em dietas para frangos de corte em condições de estresse por calor	19
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

LISTA DE TABELAS**CAPÍTULO I**

	Página
Tabela 1. Composição percentual e conteúdo nutricional das dietas experimentais para frangos de corte de 1 a 7 dias de idade.	34
Tabela 2. Composição percentual e conteúdo nutricional das dietas experimentais para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade.	34
Tabela 3. Valores médios da temperatura, umidade relativa do ar e Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) durante o período experimental.	35
Tabela 4. Desempenho de frangos de corte de 1 a 7 e 1 a 21 dias de idade, mantidos em ambiente de estresse por calor, alimentados com dietas contendo níveis de vitamina D3.	35
Tabela 5. Peso absoluto e rendimento de carcaça, cortes, órgãos do sistema digestivo e coração de frangos de corte aos 21 dias de idade, mantidos em ambiente de estresse por calor, alimentados com dietas contendo níveis de vitamina D3.	36
Tabela 6. Peso absoluto e relativo de órgãos linfoides de frangos de corte aos 21 dias de idade, mantidos em ambiente de estresse por calor, alimentados com dietas contendo níveis de vitamina D3.	36

RESUMO - A pesquisa foi desenvolvida para avaliar o efeito da suplementação de seis níveis de vitamina D (0; 600; 1.200; 1.800; 2.400 e 3.000 UI/kg de ração) na dieta, sobre os parâmetros de desempenho de frangos de corte de 1 a 7 e de 1 a 21 dias de idade, bem como sobre as características de carcaça e peso absoluto e relativo de órgãos linfoides e digestivos de frangos de corte aos 21 dias de idade, em condições de estresse por calor. Foram utilizados 720 pintos machos de um dia, distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com seis tratamentos e seis repetições, sendo vinte aves por unidade experimental. A suplementação de vitamina D3 nas dietas de frangos de corte, criados em ambiente de estresse por calor, no período de 1 a 7 dias, influencia negativamente o índice de eficiência produtiva, sem interferir no consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e na viabilidade criatória. Já no período de 1 a 21 dias, a suplementação dessa vitamina melhora o consumo de ração até o nível de suplementação de 1.646,67 UI de vitamina D3/kg de ração e interfere negativamente a conversão alimentar até o nível suplementação de 1.696,06 de UI de vitamina D3/kg na ração, sem afetar o ganho de peso, viabilidade criatória e o índice de eficiência produtiva. Os níveis de suplementação de vitamina D3 testados influenciam negativamente o rendimento de sobrecoxa e de forma positiva o peso absoluto do coração aos 21 dias de idade das aves, sem influenciar nos rendimentos e pesos absolutos de carcaça, cortes e órgãos digestivos, e no rendimento e peso absoluto de órgãos linfoides.

Palavras-chave: desempenho, órgãos linfoides, coração, carcaça, colecalciferol

VITAMIN D3 IN DIETS FOR BROILER CHICKENS STRESSED BY HEAT BETWEEN 1 AND 21 DAYS OF AGE

ABSTRACT - In this research we aimed to evaluate the effect of six vitamin D supplementation levels (0, 600, 1200, 1800, 2400 and 3600 IU/kg of feed) on performance parameters of broiler chickens from 1 to 7, and from 1 to 21 days of age, as well as on carcass traits and weights (absolute and relative) of organs (lymphoid and digestive) of broilers at 21 days of age, under heat stress conditions. A total of 720 day-old male chicks were distributed in randomized block design, with six treatments and six replicates (20 birds per experimental unit). In the period from 1 to 7 days of age, the supplementation of vitamin D3 in diet of broilers raised under heat stress negatively affects the productive efficiency index, without influence on feed intake, weight gain, feed conversion and livability. On the other hand, in the period from 1 to 21 days old, the supplementation of this vitamin improves feed intake up to the level of supplementation of 1,646.67 IU of vitamin D3/kg of feed, and negatively affects the feed conversion up to the supplementation level of 1,696.06 IU of vitamin D3/kg of feed, without affecting the weight gain, livability and the productive efficiency index. The tested levels of vitamin D3 supplementation negatively affect the yield of drumstick and positively influence the absolute weight of heart at 21 days of age, without influencing the absolute yields and weights of carcass, cuts and digestive organs, and yield and absolute weight of lymphoid organs.

Keywords: performance, lymphoid organs, heart, carcass, cholecalciferol

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de frangos de corte, principalmente na primeira semana de vida, é de grande importância para o desempenho futuro do animal, já que processos fisiológicos como maturação do sistema termorregulador e a diferenciação da mucosa gastrintestinal influenciarão o peso corporal e a conversão alimentar do frango de corte até a idade de abate.

No processo produtivo de frangos de corte, diversos fatores têm interferência direta na produtividade, com destaque para genética, manejo, sanidade, ambiência e nutrição. É relevante destacar que a interação entre variáveis como temperatura ambiente, peso pós-eclosão, nutrientes da dieta e qualidade da água influenciam na produtividade, ganho de peso e conversão alimentar das aves (FURLAN, 2006). No tocante ao estresse térmico por calor, Oliveira et al. (2006) relataram que altas temperaturas prejudicam o desempenho e o rendimento de cortes das aves, sendo esses efeitos mais acentuados com o aumento da umidade relativa do ar.

A evolução da avicultura tem resultado na produção de frango de corte cada vez mais precoce e com grande eficiência para converter diferentes alimentos em proteína de excelente qualidade, no entanto, uma série de distúrbios metabólicos e de manejo tem surgido (BORGES et al., 2003). Dentre esses problemas ressaltam-se o estresse por calor e os de natureza óssea, pois a má formação óssea dificulta a locomoção e conseqüente mente a ingestão de alimento, prejudicando o ganho de peso das aves. Esse problema se torna mais evidenciado, principalmente devido ao lento desenvolvimento do tecido ósseo, em relação ao rápido ganho de peso das linhagens modernas de frangos de corte, que apresentam acelerado desenvolvimento do tecido muscular, aumentando assim a incidência de problemas locomotores e fragilidade óssea.

Como alternativas, os nutricionistas têm direcionado ações no sentido de propiciar dietas que atendam às exigências das aves em todas as fases da criação, considerando as condições ambientais da região, onde as aves são criadas.

Neste contexto, a vitamina D, composto lipossolúvel, tem se destacado no processo de formulação de rações, pelo papel que desempenha na absorção e no metabolismo do cálcio e do fósforo, sendo portanto, fundamental para o desenvolvimento do tecido ósseo das aves. Trata-se de uma vitamina que pode impedir o aparecimento ou curar problemas ósseos, considerando que ela também participa da biossíntese de colágeno, aumenta a eficiência do sistema imunológico e está vinculada à auto-imunização (RUTZ et al., 2014). A suplementação vitamínica com níveis superiores às recomendações mínimas do NRC e de demais tabelas nutricionais tem resultado em melhoria no desempenho zootécnico das novas linhagens de frangos de corte. Porém, novas pesquisas são necessárias quanto ao estudo das exigências de vitaminas das linhagens modernas,

uma vez que a literatura existente dispõe de informações conflitantes quanto aos melhores níveis vitamínicos em condições de elevadas temperaturas (FÉLIX et al., 2009). Nesse contexto, além dos índices de desempenho, existem outras variáveis importantes a serem analisadas, como características da carcaça, cortes e órgãos, sob condições de estresse e bem-estar.

Dessa forma, a presente pesquisa foi desenvolvida para avaliar o efeito da adição de níveis de vitamina D na dieta sobre os parâmetros de desempenho, características de carcaça e peso absoluto e relativo de órgãos linfoides e digestivos de frangos de corte, em condições de estresse por calor, no período de 1 a 21 dias de idade.

A organização estrutural desta dissertação apresenta-se da seguinte forma: 1) Introdução e 2) Referencial Teórico, redigidos conforme a Resolução 001/03-CCMCA, de 22/05/2003, que estabelece as normas editoriais do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí; 3) Capítulo I; 4) Considerações Finais e 5) Referências Bibliográficas.

O capítulo I foi elaborado em forma de artigos científicos. Intitulado “**Vitamina D3 em dietas para frangos de corte em condições de estresse por calor**” e redigido conforme as normas do periódico “Pesquisa Agropecuária Brasileira” (ISSN: 0100-204X).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Termorregulação e estresse por calor em frangos de corte

2.1.1 Homeotermia e zona de conforto térmico

A criação de frangos de corte continua apresentando desafios à medida que a atividade atinge novos e mais altos patamares de produtividade. Nos países tropicais, dentre esses desafios, têm-se os fatores ambientais como a alta temperatura e alta umidade dentro dos galpões, que interferem diretamente na expressão do potencial genético das aves (ABREU; ABREU, 2011).

O ambiente pode ser definido como a soma dos impactos dos circundantes biológicos e físicos e constitui-se em um dos responsáveis pelo sucesso ou fracasso do empreendimento avícola, especialmente no caso das aves domésticas, as quais são confinadas, proporcionando pouca margem de manobra para os ajustes comportamentais necessários para a manutenção da homeostase térmica (FURLAN; MACARI, 2008). Dentre os fatores ambientais, os fatores térmicos, representados por temperatura do ar, umidade, radiação térmica e movimentação do ar são aqueles que afetam mais diretamente a ave, pois comprometem a manutenção da homeotermia, função vital mais importante para estes animais (TINÔCO, 2001).

A ave, por ser um animal homeotérmico, consegue manter temperatura interna constante, por meio de mecanismos fisiológicos e respostas comportamentais coordenados pelo aparelho termorregulador que comanda a redução ou o aumento das perdas de calor pelo organismo (SILVA, 2000). A transferência de calor do corpo para o meio, e vice e versa, ocorre pelos processos sensíveis (condução, radiação e convecção), nos quais as aves podem perder até 70% de calor extra produzido, e por processos latentes ou insensíveis (evaporação), principalmente pelo trato respiratório, constituem forma exaustiva de perder calor, sendo essa via característica de espécies dotadas de poucas glândulas sudoríparas (ABREU; ABREU, 2011).

Em condição de conforto térmico os processos de trocas térmicas sensíveis e latentes apresentam valores similares, mas à medida que a temperatura ambiental em que as aves estão submetidas aumenta, as trocas latentes são cada vez maiores, demonstrando a tentativa das aves em manter a homeotermia por meio da ofegação (evaporação respiratória) (NASCIMENTO et al., 2009).

Tratando-se de zona de conforto térmico ou termoneutra pode ser indicada como sendo a faixa de temperatura ambiente na qual a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menor gasto energético (FURLAN, 2006). Condições de conforto térmico ou termoneutralidade ocorrem em ambiente térmico adequado, em que as perdas de energia são

mínimas. As atividades de manutenção e produção geram certa quantidade de calor, sendo indispensável manter uma temperatura ambiente favorável, para que as aves possam desempenhar suas atividades vitais, conseqüentemente, expressarem seu potencial genético (TINÔCO, 2001).

Para frangos de corte, a temperatura de conforto térmico varia principalmente em função da idade. Em relação a pintos de um a sete dias de idade a zona de conforto térmico encontra-se dentro de uma temperatura ambiente entre 30 a 27°C, sendo reduzida para 27 a 25°C na segunda semana de vida (8 a 14 dias de idade). A faixa de temperatura recomendada para aves de 15 a 21 dias de idade é de 25 a 22°C, com umidade relativa entre 60 e 70% (AVIAGEN, 2014).

2.1.2 Respostas fisiológicas e comportamentais ao estresse por calor

O estresse por calor pode ser subdividido em agudo (cíclico) ou crônico (constante). À medida que a ave se desenvolve diminui sua resistência ao calor (MACARI, 2002), o que tem estimulado a busca por novas práticas nutricionais (CARVALHO et al., 2013; LOPES, et al., 2015) e ambientais (NASCIMENTO et al., 2014), além de novas tecnologias que possam amenizar os efeitos estressores e promover o bem-estar a estes animais. Diversos estudos apontam os efeitos negativos do estresse térmico sobre o desempenho produtivo de frangos de corte e o calor é tido como principal fator responsável pela diminuição de desempenho produtivo das aves (OBA et al., 2012).

Em condições de estresse por calor, as aves apresentam uma série de respostas comportamentais no intuito de dissipar calor e manter a homeostase. Tan et al. (2010), após expor frangos de corte a diferentes condições de temperatura elevada, observaram alterações comportamentais como asas abertas, mantendo-as afastadas do corpo, expondo a região ventral altamente vascularizada, intensificando o fluxo sanguíneo para a superfície corporal e áreas não cobertas com penas (pés, crista e barbela), com a finalidade de facilitar a perda de calor não evaporativo para o ambiente, aves depressivas (quietas) buscando evitar a produção de calor corporal e aumento significativo do consumo de água e conseqüentemente excreção de fezes mais aquosas.

Quando as respostas fisiológicas e comportamentais de frangos de corte submetidos a condições de estresse por calor são insuficientes para manter a homeotermia, a temperatura corporal dessas aves é elevada, para minimizar essa elevação da temperatura corporal o frango de corte reduz seu consumo de ração e como os processos de ingestão, digestão e absorção de nutrientes produzem calor metabólico, conseqüentemente há diminuição da produção de calor

metabólico, mas ao tentar manter a homeotermia a ave acaba também promovendo decréscimo do seu crescimento, devido à absorção insuficiente de nutrientes e energia para atender sua exigência (OLIVEIRA et al., 2006). Podendo também prejudicar a qualidade da carne de frango, frequentemente apresentando problemas de coloração como a carne PSE (pálido, flácido e exsudativo) (DAGHIR, 2008).

2.2 Vitamina D para frangos de corte

2.2.1 Metabolismo e funções da vitamina D

As vitaminas são micronutrientes que participam de inúmeros processos metabólicos do organismo, sendo essenciais para ótima saúde e desempenho do animal (FÉLIX et al., 2009). A Vitamina D, classificada como lipossolúvel, pode ser sintetizada pelas plantas (ergocalciferol) e pelos animais (colecalfiferol). O ergocalciferol (vitamina D2) é utilizado como fonte de vitamina D nas rações e é originário de esteroides das plantas, chamado de ergosterol, que pela incidência de raios solares é convertido em vitamina D2. O colecalfiferol (vitamina D3) é produzido exclusivamente pelos animais, por meio de conversão do 7-dehidrocolesterol, que é derivado do colesterol produzido no fígado (BERTECHINI, 2006).

A vitamina D ingerida necessita ser metabolizada em 25-hidroxicolecalciferol no fígado, e posteriormente, em seu metabólito ativo, o 1,25-dihidroxicolecalciferol, nos rins, para ser utilizada pelo organismo. Atualmente estes metabólitos estão disponíveis comercialmente (GARCIA et al, 2013).

A vitamina D exerce inúmeras funções no metabolismo animal e dentre elas a de principal interesse é a regulação metabólica do cálcio e fósforo e a absorção intestinal desses minerais. Ela também controla a excreção de cálcio e fosforo pelos rins e a mineralização desses minerais no tecido ósseo. A vitamina D mobiliza cálcio e fosforo da matriz óssea, promove a produção de células germinativas, aumenta a eficiência do sistema imunológico, evita a autoimunização e controla a transcrição de mais de 50 genes (ALBERS et al., 2002). A vitamina D é diretamente responsável pelo crescimento esquelético, que dá suporte às aves para obtenção do máximo desempenho produtivo (BRITO et al., 2010).

A vitamina D atua basicamente em três locais: no intestino, nos ossos e nos rins, sendo que no duodeno participa da síntese da proteína transportadora de cálcio e esta mesma proteína também é encontrada nos rins. Além dessa proteína, a fosfatase alcalina e a adenosina trifosfatase cálcica também respondem ao estímulo da vitamina D. No tecido ósseo, a mobilização do cálcio do osso para o fluído extracelular ocorre a partir da ação conjunta do

composto ativo da vitamina D, 1,25-dihidroxicolecalciferol, e do hormônio da paratireoide (paratormônio). Além disso, a vitamina D participa da biossíntese do colágeno (MACARI et al., 2002).

A absorção eficiente do cálcio dietético ocorre pelo transporte ativo por meio das células epiteliais, auxiliado pela proteína ligadora do cálcio, cuja síntese depende do metabólito 1,25-dihidroxicolecalciferol, que também atua no crescimento e remodelamento ósseo. A deficiência de vitamina D resulta na ocorrência da osteomalácia em animais adultos (falha na mineralização dos osteóides) e em raquitismo nos animais jovens (falha na mineralização dos osteóides e falha da mineralização da matriz cartilaginosa nas placas de crescimento). Evidências de que o 1,25-dihidroxicolecalciferol influencia na produção de proteínas da matriz óssea, contribuindo para o reparo de fraturas ósseas, indicando que a mesma participa na formação do osso. A 1,25-dihidroxicolecalciferol também desempenha importante papel na reabsorção do cálcio dos osteoclastos dos ossos (REECE, 2006).

A quantidade de vitamina D na dieta deve atender as exigências do organismo para que ocorra a completa formação óssea (COLET, 2013). E por isso deve ser suplementada a fim de atender à exigência nutricional das aves. Embora, que as formas de vitamina D quando convertidas tornem-se ativas, para aves, a vitamina D3 tem atividade 10 vezes maior do que a vitamina D2 (HURWITZ et al., 1967).

O NRC (1994) recomenda 200 UI (0,005 mg) de vitamina D3 por kg de ração em todas as fases de criação de frangos de corte. Para Rostagno et al. (2011), as exigências nutricionais de vitamina D3 para frangos de corte são: 2.375 UI/kg (0,059 mg/kg) de ração na fase pré-inicial (1 a 7 dias), 2.090 UI/kg (0,052 mg/kg) de ração na fase inicial (8 a 21 dias), ou seja, mais de dez vezes o valor preconizado anteriormente.

Os principais metabólitos de vitamina D produzidos artificialmente pela indústria e encontrados no mercado são: 1 α -hidroxicolecalciferol, 25-hidroxicolecalciferol e 1,25-hidroxicolecalciferol. Nos últimos anos, a vitamina D3 e seus metabólitos têm sido estudados na avicultura, com o propósito de investigar a interação entre nutrição, desempenho e características ósseas (VIEITES et al, 2014).

2.2.2 Efeitos da vitamina D sobre frangos de corte

As linhagens modernas de frangos de corte, e principalmente nos machos, a taxa de crescimento do tecido muscular é extremamente elevada, iniciando-se em uma fase muito precoce pós-eclosão sobre um suporte esquelético muito imaturo, podendo causar desordens

locomotoras, comprometendo, conseqüentemente, o bem-estar e desempenho das aves, podendo refletir nos parâmetros de desempenho (GONZALES; MENDONÇA JÚNIOR, 2006).

A exigência de vitamina D das linhagens modernas de frango de corte, para otimizar a digestibilidade, o desempenho produtivo, os índices de imunidade e a saúde óssea, é de cerca de 3.000 UI/kg de ração, ou seja, muito maior do que as recomendações do NRC (ŚWIĄTKIEWICZ et al., 2017).

Khan et al. (2010), ao estudarem dietas com níveis de vitamina D3 para frangos de corte superiores aos recomendados pelo NRC (1994), constataram melhorias nos valores de desempenho, rendimento de carcaça, rendimento de peito, mineralização óssea e menor incidência de discondroplasia tibial. Os melhores valores foram encontrados em dietas com 2.500 a 3.500 UI de vitamina D3/kg de ração. Entretanto, mais estudos são necessários para determinar se respostas adicionais são obtidas com níveis suplementares acima de 3.500 UI/kg.

A suplementação de níveis crescentes de vitamina D3 (0; 2,5; 5; 10 e 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de ração) ou 1 α -hidroxicolecalciferol (1,25; 2,5; e 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de ração) em dietas deficientes em Ca e P para pintos de 1 a 21 dias de idade, melhorou o desempenho produtivo, os níveis de Ca e P plasmáticos e a qualidade óssea dos frangos de corte (WANG et al., 2016). A adição de 25-hidroxicolecalciferol ajuda a aliviar problemas de pernas quando frangos de corte são alimentados com dietas com quantidades sub-ótimas de Ca e P (COTO et al., 2008).

Ao estudar inclusão de colecalciferol (vitamina D3), 25-hidroxicolecalciferol, 1,25-dihidroxicolecalciferol e 1 α -hidroxicolecalciferol, em dieta de frangos de corte Guerra et al. (2014) puderam observar que os diferentes metabólitos de vitamina D3 afetam positivamente a morfometria intestinal na fase inicial, com melhores resultados obtidos pelos animais alimentados com 1,25-dihidroxicolecalciferol. Os parâmetros imunológicos foram similares entre os metabólitos.

Em contrapartida, COLET et al. (2015) relatam que os níveis de suplementação alimentar de colecalciferol superiores a 3.500 UI/kg não levam a benefícios adicionais em parâmetros de desempenho ou crescimento ósseo em frangos de corte, o que corrobora com Vieites et al. (2014), que não encontraram diferença para o rendimento de carcaça, peito e asas, em machos Cobb® suplementados com níveis (0,0; 0,005; 0,001; 0,015 0,0015; 0,0020 e 0,0025 mg) de 25-hidroxicolecalciferol /kg de ração. Também, Mesquita (2012), ao estudar a suplementação de frangos de corte da linhagem Cobb® 500 com vitamina D (0,0700 e 0,0875 mg/kg de ração) provenientes de duas formas (D3 e 25-OHD3) e combinação das duas formas (60% de vitamina D3 e 40% de 25-hidroxicolecalciferol), não encontrou diferença para rendimento de carcaça.

Green e Persia (2012), relatam influência positiva na adição de elevado nível dietético de colecalciferol (7.500 ou 15.000 UI/kg) sobre a retenção de fosforo, no entanto, isso não refletiu em melhoria no desempenho produtivo em frangos de corte.

Ponso et al. (2012), ao avaliarem diferentes níveis e fontes de vitamina D em dietas para frangos de corte, concluíram que a utilização de 1.250 ou 3.000 UI do metabólito 25-hidroxicolecalciferol/kg de ração não influencia as características ósseas (morfologia e concentração de Ca e P), de frangos das linhagens Cobb, Ross e Hybro, nem interfere no desenvolvimento de lesões compatíveis com a discondroplasia tibial, no período de 1 a 21 dias de idade. Essa ausência de alterações inerentes ao quadro de discondroplasia tibial possivelmente se dá pelo fato desse distúrbio aparecer frequentemente entre a 3^o e 8^o semana de idade em aves criadas em piso, e os resultados apresentados referem-se a aves de até 21 dias, criadas em baterias metálicas. Oliveira et al. (2015), ao estudarem três níveis de inclusão de vitamina D3 (1.250 e 3.000 UI vitamina D3 e 2.760 UI de 25-hidroxicolecalciferol), sobre três diferentes linhagens de frango de corte, constataram que diferentes níveis de vitamina D não influenciam a concentração de cálcio e fósforo nas tíbias. Portanto, a adição de 1.250 UI de vitamina D/kg de ração é suficiente para garantir o desempenho e o desenvolvimento ósseo de frangos de corte, independente da linhagem a ser utilizada, mediante ajuste correto dos níveis de Ca e P.

3 CAPÍTULO I

Vitamina D3 em dietas para frangos de corte em condições de estresse por calor

Artigo Científico

¹ Elaborado segundo as normas do periódico “Pesquisa Agropecuária Brasileira” (ISSN 0100-204X).

Vitamina D3 em dietas para frangos de corte em condições de estresse por calor

Jefferson Douglas Martins Ferreira⁽¹⁾ e João Batista Lopes⁽²⁾

⁽¹⁾Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Petrônio Portela, Centro de Ciências Agrárias, Pós-graduação em Ciência Animal, CEP: 64.049-550, Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: jefferson_douglas_1@hotmail.com

⁽²⁾Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Petrônio Portela, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, CEP: 64049-550, Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: lopesjb@uol.com.br

Resumo - A pesquisa foi desenvolvida para avaliar o efeito da suplementação de seis níveis de vitamina D (0; 600; 1.200; 1.800; 2.400 e 3.000 UI de vitamina D3/kg de ração) na dieta, sobre os parâmetros de desempenho de frangos de corte de 1 a 7 e de 1 a 21 dias de idade, bem como sobre as características de carcaça e peso absoluto e relativo de órgãos linfoides e digestivos de frangos de corte aos 21 dias de idade, em condições de estresse por calor. Foram utilizados 720 pintos machos de um dia, distribuídos em um delineamento de blocos ao acaso, com seis tratamentos e seis repetições, sendo vinte aves por unidade experimental. A suplementação de vitamina D3 em dietas para frangos de corte mantidos em ambiente de estresse por calor, no período de 1 a 7 dias, influencia negativamente o índice de eficiência produtiva. No período de 1 a 21 dias, melhora o consumo de ração e piora a conversão alimentar. Os níveis de suplementação de vitamina D3 testados influenciam negativamente o rendimento de sobrecoxa e positivamente o peso absoluto de coração aos 21 dias de idade das aves e não influenciam o rendimento e peso absoluto de órgãos linfoides.

28 Termos para indexação: desempenho, órgãos linfoides, coração, carcaça.

29

30 Vitamin D3 in diets for broiler chickens under heat stress

31

32 Abstract - In this research we aimed to evaluate the effect of six vitamin D3
33 supplementation levels (0, 600, 1200, 1800, 2400 and 3600 IU/kg of feed) on performance
34 parameters of broiler chickens from 1 to 7, and from 1 to 21 days of age, as well as on
35 carcass traits and weights (absolute and relative) of organs (lymphoid and digestive) of
36 broilers at 21 days of age, under heat stress conditions. A total of 720 day-old male chicks
37 were distributed in randomized block design, with six treatments and six replicates (20
38 birds per experimental unit). In the period from 1 to 7 days of age, the supplementation of
39 vitamin D3 in diet of broilers raised under heat stress negatively affects the productive
40 efficiency index. On the other hand, in the period from 1 to 21 days old, improves feed
41 intake and negatively affects the feed conversion. The tested levels of vitamin D3
42 supplementation negatively affect the yield of drumstick and positively influence the
43 absolute weight of heart at 21 days of age, without influencing the absolute yield and
44 absolute weight of lymphoid organs.

45

46 Index terms: performance, lymphoid organs, heart, carcass.

47

48 **Introdução**

49 A evolução da avicultura vem alterando os sistemas de produção, em que os
50 frangos de corte alcançam maior eficiência nutricional e rápido desenvolvimento produtivo
51 (Patricio et al., 2012). Por outro lado, as aves se tornam mais sensíveis às variações

52 ambientais e sanitárias, resultando no surgimento e agravamento de uma série de
53 problemas relacionados ao metabolismo e manejo das aves (Caires et al., 2008).

54 Parte desses problemas pode estar relacionados ao rápido ganho de peso dos
55 frangos de corte, quando nem sempre as aves estão fisiologicamente prontas para esse
56 crescimento acelerado (Knowles et al., 2008; Barbosa et al., 2010). Os animais apresentam
57 rápido desenvolvimento muscular (principalmente do músculo do peito), no entanto seu
58 tecido ósseo não acompanha tal desenvolvimento, gerando com isso, uma série de
59 complicações, principalmente relacionadas ao aparelho locomotor. Como, por exemplo,
60 ocorrem discondroplasia tibial em aves na fase inicial de crescimento e problemas
61 biomecânicos, os quais promovem as deformidades e distorções dos ossos longos na fase
62 final de produção (Nääs et al., 2012).

63 Em regiões de elevadas temperaturas, esses problemas são agravados em
64 consequência do estresse por calor, que pode prejudicar o desempenho dos frangos de
65 corte, fazendo com que os animais reduzam o consumo de ração como estratégia para
66 diminuir a produção de calor metabólico e, com isso, manter a homeotermia (Oba et al.,
67 2012; Boiago et al., 2013). Dessa forma, menor quantidade de nutrientes é disponibilizada
68 para o metabolismo, resultando em menor taxa de crescimento (Teixeira, 2011). Motivada
69 pela quantidade insuficiente de nutrientes ingeridos e absorvidos pelas aves, não é atendida
70 a exigência nutricional dos animais, entre esses nutrientes encontra-se a vitamina D, e
71 também alguns minerais, como o cálcio e o fósforo, que tem seu metabolismo associado
72 com essa vitamina. O estresse por calor reduz a conversão da vitamina D₃ em sua forma
73 metabolicamente ativa (Nääs et al., 2012).

74 Na busca de soluções para minimizar os problemas ósseos e problemas causados
75 pelas altas temperaturas, o meio técnico científico vem se empenhando para encontrar
76 novas alternativas tecnológicas. Em meio a isso, a suplementação de ração com vitaminas

77 se destacando como uma estratégia para reduzir os efeitos negativos causados pelo estresse
78 por calor e pode ser uma ferramenta decisiva na diminuição das anormalidades ósseas.
79 Estudos apontam que a estratégia nutricional mais eficaz para se combater problemas
80 ósseos envolve a suplementação dietética com vitamina D (Coto et al., 2008; Han et al.,
81 2009; Colet et al., 2015).

82 A vitamina D é um importante regulador do metabolismo e da homeostase do cálcio,
83 possuindo papel fundamental na regulação do crescimento e na diferenciação celular do
84 tecido ósseo. Trata-se de uma vitamina que pode impedir o aparecimento ou curar
85 problemas ósseos, considerando que ela também participa da biossíntese de colágeno,
86 aumenta a eficiência do sistema imunológico e evita a auto-imunização (Rutz et al., 2014).
87 Frangos de corte são provavelmente mais sensíveis a suplementações com vitamina D nas
88 fases iniciais de crescimento, nas quais ocorre alta taxa de crescimento do tecido
89 esquelético, enquanto o trato digestivo se encontra ainda pouco desenvolvido. Nesse
90 contexto, suplementações de vitamina D na fase inicial podem influenciar positivamente
91 nos parâmetros de desenvolvimento das aves (Brito et al., 2010), sendo necessários mais
92 estudos, na perspectiva de se buscar definições sobre os níveis viáveis de inclusão dessa
93 vitamina em condições de elevadas temperaturas ambientais.

94 Desse modo, o presente estudo foi realizado com o objetivo de se avaliar o efeito de
95 níveis de vitamina D₃ em dietas para frango de corte criados em ambientes com elevada
96 temperatura, sobre o desempenho produtivo das aves, rendimento de carcaça, cortes,
97 vísceras e órgãos linfoides de frango no período de 1 a 21 dias de idade.

98

99

Material e Métodos

100 A pesquisa foi conduzida nos galpões do Setor de Avicultura do Departamento de
101 Zootecnia (DZO) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Piauí
102 (UFPI), em Teresina, entre os meses de março a maio de 2016.

103 A pesquisa atende normas éticas recomendadas para animais, sendo o projeto
104 submetido e aprovado pelo Comitê de Ética de Experimentação Animal – CEEA/UFPI
105 (Parecer de Aprovação n°. 087/12).

106 Para a instalação do experimento, foram selecionados, ao 1º dia de idade, 720 pintos
107 machos da linhagem Ross, com peso médio inicial de $39,12 \text{ g} \pm 1,13$. As aves foram
108 distribuídas em delineamento de blocos ao acaso, com seis tratamentos e seis repetições de
109 20 aves por parcela experimental, totalizando 36 boxes. Cada boxe possuía área de 2,70
110 m^2 , providos de comedouros tubulares e bebedouros suspensos, localizados em galpão de
111 alvenaria coberto de telhas de cerâmica e piso cimentado. Para o controle da temperatura e
112 de correntes de ar utilizaram-se ventiladores e cortinas.

113 As dietas experimentais (Tabelas 1 e 2), a base de milho e farelo de soja, foram
114 formuladas para atender as exigências nutricionais das aves de acordo com cada fase da
115 criação, segundo Rostagno et al. (2011). Os tratamentos consistiram da suplementação de
116 níveis de vitamina D3 (colecalfiferol) nas rações basais (0; 600; 1.200; 1.800; 2.400 e
117 3.000 UI vitamina D3/kg de ração), em substituição ao caulim. As dietas basais da fase
118 pré-inicial apresentavam 2.300 UI vitamina D3/kg de ração, enquanto as da fase inicial de
119 2.000 UI de vitamina D3/kg de ração, conforme estabelecido pelo fabricante do premix.

120 O monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar do galpão foi realizado por
121 meio de termômetros de máxima e mínima, bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro,
122 mantidos no centro do galpão. As leituras dos termômetros foram realizadas duas vezes ao
123 dia (8 e 16 horas), durante todo o período experimental. As temperaturas foram,
124 posteriormente, convertidas em Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU),

125 conforme proposto por Buffington et al. (1981), em que o $ITGU = 0,72 (Tbu + Tgn) + 40,6$
126 (em que: Tbu = Temperatura de bulbo úmido, em °C; Tgn = Temperatura de globo negro,
127 em °C). O programa de luz adotado foi o contínuo (24 horas de luz natural + artificial),
128 utilizando-se lâmpadas incandescentes de 60 W.

129 Os parâmetros de desempenho avaliados nos períodos de 1 a 7 e de 1 a 21 dias de
130 idade foram: ganho de peso (kg/ave), consumo de ração (kg/ave), conversão alimentar
131 (kg/kg), viabilidade criatória (%) e índice de eficiência produtiva, bem como peso absoluto
132 e rendimento de carcaça, cortes e órgãos do sistema digestivo e coração, e também o pesos
133 absoluto e relativo de órgãos linfóides, aos 21 dias de idade.

134 O consumo de ração no período de 1 a 7 e de 1 a 21 dias de idade foi calculado pela
135 diferença entre a quantidade de ração fornecida no início do período experimental, e as
136 sobras das rações testadas. Para determinar o ganho de peso, as aves foram pesadas no
137 início e no final de cada fase. A partir dos dados de consumo de ração e de ganho de peso,
138 foi calculado a conversão alimentar dos animais.

139 A Viabilidade Criatória (VC) e o Índice de Eficiência Produtiva (IEP) foram
140 calculados segundo as fórmulas: $VC = 100 - (\% \text{ de aves mortas})$; e $IEP = (GP \times VC) / (I \times$
141 $CA) \times 100$, em que: GP é o ganho de peso das aves (kg), VC é a viabilidade criatória (%), I
142 representa a idade das aves em dias e CA é a conversão alimentar (Stringhini et al., 2006).

143 No 20º dia, duas aves de cada unidade experimental (72 no total), foram selecionadas
144 aleatoriamente, em seguida submetidas a jejum alimentar de 12 h, já com 21 dias de idade
145 essas aves foram abatidas, os órgãos linfóides (baço, bolsa cloacal e timo) foram coletados,
146 pesados em balança analítica de precisão, para a determinação do peso absoluto e relativo,
147 sendo este último calculado em função do peso vivo da ave em jejum.

148 No 21º dia, o experimento foi finalizado e para avaliar o peso absoluto e o
149 rendimento da carcaça, cortes (peito, coxa, sobrecoxa, asa e entreasa), gordura abdominal e

150 de órgãos (coração, pro-ventrículo, moela, fígado, pâncreas e intestino), duas aves de cada
151 unidade experimental (72 no total), com peso corporal próximo ao da média da parcela (\pm
152 5%) foram submetidas a jejum alimentar de 12 h, sendo, posteriormente, pesadas e
153 sacrificadas segundo a linha de processamento de abate: insensibilização, pendura, sangria,
154 escalda, depenagem e evisceração, respeitando a legislação vigente. Na determinação do
155 rendimento de carcaça levou-se em consideração o peso da carcaça eviscerada com pés,
156 cabeça e pescoço. Foi considerada gordura abdominal todo o tecido adiposo aderido ao
157 redor da moela e dos músculos abdominais adjacentes.

158 Os dados de desempenho produtivo, característica de carcaça e pesos de órgãos
159 foram submetidos à análise da variância e regressão, por meio do software SAS (Statistical
160 Analysis System, versão 9.2). Foi adotado $\alpha = 0,05$.

161

162 **Resultados e Discussão**

163 A temperatura média do ambiente considerada confortável para frangos de corte, no
164 período de 1 a 7 dias de idade, deve ser em torno de 30 a 27°C, sendo reduzida para 27 a
165 25°C na segunda semana de vida (8 a 14 dias de idade) e 25 a 22°C para aves de 15 a 21
166 dias de idade (Aviagen, 2014). Assim, quando as aves são desenvolvidas nestas condições,
167 elas se mostram altamente produtivas (Abreu; Abreu, 2011). Durante o período
168 experimental, na primeira, segunda e terceira semana de vida das aves, pôde-se observar
169 que a média das temperaturas máximas diárias atingiu, respectivamente os valores de
170 $32,62 \pm 0,84^\circ\text{C}$, $32,50 \pm 1,10^\circ\text{C}$ e $31,30 \pm 0,82^\circ\text{C}$ (Tabela 3), sendo estes valores considerados
171 acima da temperatura de conforto térmico recomendada, para estes períodos da vida de
172 frangos de corte, comprovando que os animais foram criados em ambiente com elevada
173 temperatura durante parte do dia.

174 Durante o período experimental os valores médios de ITGU na segunda e terceira
175 semana de vida das aves foram de $81,54 \pm 0,83$ e $79,43 \pm 0,64$ respectivamente, sendo estes
176 valores considerado acima do recomendado para frangos de corte, fundamentando-se em
177 Oliveira et al. (2006), que relataram que o valor de ITGU confortável para frangos de corte
178 na primeira semana de vida é de $81,3 \pm 0,31$, para segunda semana é de 77 e para terceira
179 semana de vida das aves está entre $74,9 \pm 1,65$. Neste cenário, a presente pesquisa foi
180 desenvolvida em condições de desconforto térmico, e os animais foram submetidos a
181 estresse por calor.

182 No período de 1 a 7 dias de idade (Tabela 4), foi observado que os níveis de
183 vitamina D3 influenciaram de forma linear decrescente ($P < 0,05$) o índice de eficiência
184 produtiva, de acordo com a equação: $Y = 172,0465159 - 0,0029027X$ ($R^2 = 0,24$), conforme os
185 níveis de suplementação de vitamina D3 nas dietas aumentavam o índice de eficiência
186 produtiva diminuía. Os demais parâmetros de desempenho e a viabilidade criatória não
187 foram influenciados ($P > 0,05$) pelos níveis de vitamina D3 suplementados às dietas. Estes
188 resultados sugerem que a quantidade de vitamina D presente na dieta basal, a partir do
189 premix, foi suficiente para atender às necessidades dos frangos de corte, durante a fase pré-
190 inicial.

191 No período de 1 a 21 dias de idade, o ganho de peso, a viabilidade criatória e o
192 índice de eficiência produtiva não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos níveis de vitamina
193 D3 adicionados às dietas. No entanto, os níveis de vitamina D3 influenciaram de forma
194 quadrática ($P < 0,05$) o consumo de ração, de acordo com as equação:
195 $Y = 1,248547619 + 0,000079040X - 0,000000024X^2$ ($R^2 = 0,64$), com o maior consumo
196 estimado ocorrendo no nível de 1646,67 UI de vitamina D3/kg na ração, que equivale ao
197 valor de consumo de 1,314 kg de ração, 5,2% maior do que o valor obtido em resposta ao
198 nível zero de suplementação. Os níveis de vitamina D3 também influenciaram de forma

199 quadrática ($P < 0,05$) a conversão alimentar, de acordo com a equação:
200 $Y = 1,242351190 + 0,000057666X - 0,000000017X^2$ ($R^2 = 0,43$), com o maior valor de
201 conversão alimentar ocorrendo em resposta a suplementação de 1696,06 UI de vitamina
202 D3/kg na ração, que equivale a conversão alimentar no valor de 1,291 kg de ração/kg de
203 peso vivo, 3,9% maior do que o valor obtido em resposta ao nível zero de suplementação.

204 Segundo Andriguetto et al. (2002) deficiências extremas de vitamina D3 podem
205 causar redução no apetite das aves, evidenciando que a vitamina D está relacionada com o
206 consumo de ração das aves. De acordo com Goff (2006), a suplementação das dietas com
207 metabólitos de vitamina D acelera o transporte ativo do cálcio por meio das células
208 epiteliais no intestino, devido a estímulos a síntese da proteína ligadora do cálcio, que
209 transporta o cálcio do lado luminal dos enterócitos para a membrana basolateral, que é uma
210 forma de absorção bastante eficaz quando o cálcio dietético apresenta-se baixo ou quando
211 a demanda é muito elevada. Mas como se trata de transporte ativo, aumenta o gasto de
212 energia pelas aves para absorção e transporte do cálcio, o que acaba desviando energia que
213 seria utilizada para manutenção e desenvolvimento das aves, conseqüentemente, piorando o
214 desempenho do animal, o que possivelmente justifica a piora em até 3,9% para a conversão
215 alimentar dos frangos de corte, em resposta a suplementação das dietas com vitamina D3.

216 Os dados, em parte, diferem dos encontrados por Chou et al. (2009), que não
217 verificaram influência da adição de vitamina D (25-hidroxicolecalciferol) nas dietas sobre
218 o ganho de peso e a conversão alimentar. Também, os dados observados divergem dos
219 encontrados por Oliveira et al. (2015), que trabalharam com níveis de vitamina D3 (1.250 e
220 3.000 UI vitamina D3 e 2.760 UI de 25-hidroxicolecalciferol) em dietas para frangos de
221 corte, de diferentes linhagens (Ross 308, Cobb 500 e Hybro), no período de 1 a 21 dias de
222 idade, criados em condições ideais de temperatura e umidade. Os autores constataram que

223 os níveis de suplementação não influenciaram as variáveis de desempenho, a viabilidade
224 criatória e o índice de eficiência produtiva.

225 Tanto Brito et al. (2010), ao estudarem a suplementação de vitamina D em dietas
226 proveniente da vitamina D3, 25-hidroxicolecalciferol e associação, para frangos de corte
227 no período de 1 a 21 dias de idade, criados em condições ideais de temperatura e umidade,
228 como, Rao et al. (2008) e Wang et al. (2016), ao estudarem a suplementação de vitamina
229 D3, para frangos de corte nas fases iniciais de crescimento, criados em condições ideais de
230 temperatura e umidade, com níveis reduzidos de cálcio e fósforo disponível nas dietas,
231 também verificaram aumento no consumo de ração, mas evidenciaram queda na conversão
232 alimentar.

233 No tocante aos valores obtidos do peso absoluto da carcaça, cortes, órgãos do sistema
234 digestivo e coração (Tabela 5), observou-se que os níveis de vitamina D3 influenciaram
235 apenas o peso absoluto do coração das aves e de forma linear crescente ($P < 0,05$), de
236 acordo com a equação $Y = 0,0054404762 + 0,0000003175X$ ($R^2 = 0,54$), enquanto os demais
237 parâmetros de peso absoluto não foram influenciados de forma significativa ($P > 0,05$) pelos
238 níveis de vitamina D3 suplementares testados. Já em relação ao rendimento de carcaça,
239 cortes, órgãos do sistema digestivo e coração (Tabela 5), constatou-se que a suplementação
240 de vitamina D3 na dieta resultou em efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para o rendimento
241 de sobrecoxa, segundo a equação: $Y = 13,908747795 - 0,00017924X$ ($R^2 = 0,39$). Porém, não
242 foi encontrado efeito dos tratamentos ($P > 0,05$) para o rendimento dos demais cortes, bem
243 como da carcaça e órgãos do sistema digestivo e coração.

244 Os dados, em parte, estão semelhantes aos encontrados por Brito et al. (2010), que
245 não encontrou efeito das suplementações de vitamina D sobre o rendimento de carcaça e
246 peito, bem como sobre o rendimento de coxa + sobrecoxa. No entanto, os resultados
247 verificados neste estudo contrastam com os observados por Khan et al. (2010) que relatam

248 haver melhora no rendimento de peito de frangos de corte alimentados com dietas
249 suplementadas com vitamina D3.

250 Para os parâmetros relacionados aos órgãos linfoides, (Tabela 6), constatou-se que
251 os níveis de suplementação de vitamina D3 nas dietas não influenciaram o peso absoluto e
252 relativo de órgãos linfoides ($P>0,05$), não sendo verificado efeito benéfico da
253 suplementação de vitamina D3, sobre o peso do timo, baço e bolsa cloacal de frangos de
254 corte aos 21 dias de idade, submetidos a condições de estresse por calor.

255 O timo é um órgão que possui receptores para vitamina D e atua principalmente em
256 resposta mediadas por células T e produção de IL-4 por células Th2 (Catorna et al., 2004).
257 Aslam et al. (1998) observaram que o peso absoluto do timo de frangos de corte diminui
258 em resposta a dietas deficientes em vitamina D, sem influenciar o peso absoluto de outros
259 órgãos linfoides (baço e bolsa cloacal). Presume-se que a quantidade de vitamina D na
260 dieta basal é suficiente para atender as exigências relacionadas a peso absoluto e relativo
261 de órgãos linfoides.

262

263 **Conclusões**

264 1. A suplementação de vitamina D3 nas dietas de frangos de corte, criados em
265 ambiente de estresse por calor, no período de 1 a 7 dias, influencia negativamente o índice
266 de eficiência produtiva, sem interferir no consumo de ração, ganho de peso, conversão
267 alimentar e na viabilidade criatória.

268 2. Período de 1 a 21 dias, a suplementação da vitamina aumenta o consumo de ração
269 até o nível de suplementação de 1.646,67 UI de vitamina D3/kg de ração e interfere
270 negativamente a conversão alimentar até o nível suplementação de 1.696,06 de UI de

271 vitamina D3/kg na ração, sem afetar o ganho de peso, viabilidade criatória e o índice de
272 eficiência produtiva.

273 3. Os níveis de suplementação de vitamina D3 testados influenciam negativamente o
274 rendimento de sobrecoxa e de forma positiva o peso absoluto do coração aos 21 dias de
275 idade das aves, sem influenciar nos rendimentos e pesos absolutos de carcaça, cortes e
276 órgãos do sistema digestivo, e no peso absoluto e relativo de órgãos linfoides.

277

278 **Agradecimentos**

279 À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí - FAPEPI pelo financiamento
280 da pesquisa e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)
281 pela concessão da bolsa de estudos.

282

283 **Referências**

284 ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no
285 Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1-14, 2011.

286 ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, J.S.; SOUZA, G.A. de; BONA FILHO,
287 A. **Nutrição animal**: as bases e os fundamentos da nutrição animal: os alimentos. 4.ed.
288 São Paulo: Nobel, 2002. 395p.

289 ASLAM, S.M.; GARLICH, J.D.; QURESHI, M.A. Vitamin D Deficiency Alters the
290 Immune Responses of Broiler Chicks. **Poultry Science**, v.77, p.842–849, 1998.

291 AVIAGEN. **Manual de manejo de frangos Ross**. 2014. Disponível em:
292 <http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Portuguese/Ross
293 -Broiler-Handbook-2014-PT.pdf> Acesso em: 25 de abril de 2017.

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

298 BOIAGO, M.M.; BORBA, H.; SOUZA, P.A.; SCATOLINI, A.M.; FERRARI, F.B.;
299 GIAMPIETRO-GANECO, A. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas
300 contendo diferentes fontes de selênio, zinco e manganês, criados sob condições de estresse

- 301 térmico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.1, p.241-247,
302 2013.
- 303 BRITO, J.A.G.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J.; RODRIGUES, P.B.; LIMA,
304 E.M.C.; MENEGHETTI, C. Efeito da vitamina D3 e 25-hidroxi-colecalciferol sobre o
305 desempenho, o rendimento de carcaça e a morfologia intestinal de frangos de corte.
306 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2656-2663, 2010.
- 307 BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D.;
308 THATCHER, W. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows.
309 **Transactions of the ASAE**, v.24, n.3, p.711-714, 1981.
- 310 CAIRES, C.M.; CARVALHO, A.P.; CAIRES, R.M. Nutrição de frangos de corte em
311 clima quente. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n.3, p.577-583. 2008.
- 312 CATORNA, M.T.; ZHU, Y.; FROICU, M.; WHITTKE, A. Vitamin D status, 1,25-
313 dihydroxyvitamin D3, and the immune system. **The American Journal of Clinical**
314 **Nutrition**. v.80, p.1717-1720, 2004.
- 315 CHOU, S.H.; CHUNG, T.K.; YU, B. Effects of supplemental 25-hydroxycholecalciferol
316 on growth performance, small intestinal morphology, and immune response of broiler
317 chickens. **Poultry Science**, p.88, n.11, p.2333-2341, 2009.
- 318 COLET, S.; GARCIA, R.G.; ALMEIDA PAZ, I.C.L. CALDARA, F.R.; BORILLE, R.;
319 ROYER, A.F.B.; NÄÄS, I.A.; SGAVIOLI, S. Bone characteristics of broilers
320 supplemented with vitamin D. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.17, p.325-332,
321 2015.
- 322 COTO, C. CERRATE, S.; WANG, Z.; SACAKLI, P.; HALLEY, J.T.; WIERNUSZ, C.J.;
323 MARTINEZ, A.; WALDROUP, P.W. Effects of dietary levels of calcium and nonphytate
324 phosphorus in broiler starter diets on live performance, bone development and growth plate
325 conditions in male chicks fed a corn-based diet. **International Journal of Poultry**
326 **Science**, v.7, p.638-645, 2008.
- 327 GOFF, J.P. Distúrbios do metabolismo dos carboidratos e da gordura. In: REECE, W.O.
328 **Dukes. Fisiologia dos animais domésticos**. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,
329 2006. 926p.
- 330 HAN, J.C.; YANG, X.D.; ZHANG, T.; LI, H.; LI, W.L.; ZHANG, Z.Y.; YAO,
331 J.H. Effects of 1 α -hydroxycholecalciferol on growth performance, parameters of tibia and
332 plasma, meat quality, and type IIb sodium phosphate cotransporter gene expression of one-
333 to twenty-one-day-old broilers. **Poultry Science**, v.88, n.2, p.323-329, 2009.
- 334 KHAN, S.H.; SHAHID, R.; MIAN, A.A.; SARDAR, R.; ANJUM, M.A. Original Article:
335 Effect of the level of cholecalciferol supplementation of broiler diets on the performance
336 and tibial dyschondroplasia. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.94,
337 n.5, p.584–593, 2010.

- 338 KNOWLES, T.G.; KESTIN, S.C.; HASLAM, S.M.; BROWN, S.N.; GREEN, L.E.;
 339 BUTTERWORTH, A.; POPE, S.J.; PFEIFFER, D.; NICOL, C.J. Leg disorders in broiler
 340 chickens: prevalence, risk factors and prevention. **Plos One**, v.3, n.2, 2008.
- 341 NÄÄS, I.A.; BARACHO, M.S.; BUENO, L.G.F.; MOURA, D.J.; VERCELINO, R.A.;
 342 SALGADO, D.D. Use of Vitamin D to Reduce Lameness in Broilers Reared in Harsh
 343 Environments. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.14, n.3, p.159-232, 2012.
- 344 OBA, A.; LOPES, P.C.F.; BOIAGO, M.M.; SILVA, A.M.S.; MONTASSIER, H.J.;
 345 SOUZA, P.A. Características produtivas e imunológicas de frangos de corte submetidos a
 346 dietas suplementadas com cromo, criados sob diferentes condições de ambiente. **Revista**
 347 **Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.1186-1192, 2012.
- 348 OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T.; FERREIRA R.A.; VAZ
 349 R.G.M.V.; CELLA, P.S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho
 350 e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista**
 351 **Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.797-803, 2006.
- 352 OLIVEIRA, R.P.; SANTOS, E.T.; SGAVIOLI, S.; GARCIA, R.G.; BARALDI-ARTONI,
 353 S.M.; FARIA, D.E. Níveis de vitamina D sobre o desempenho e desenvolvimento ósseo de
 354 linhagens de frangos de corte. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal-SP, v.31, n.1, p.1-6, 2015.
- 355 PATRICIO, I.S.; MENDES, A.A.; RAMOS, A.A.; PEREIRA, D.F. Overview on the
 356 performance of Brazilian broilers (1990 to 2009). **Revista Brasileira de Ciências Avícola**,
 357 v.4, n.4, p.233-238, 2012.
- 358 RAO, S.V.R.; RAJU, M.V.L.N.; PANDA, A.K.; SAHARAI, P.N.; REDDY, M.R.;
 359 SUNDER, G.S.; SHARMA, R.P. Effect of surfeit concentrations of vitamin D3 on
 360 performance, bone mineralization and mineral retention in broiler chicks. **Journal of**
 361 **Poultry Science**, v.45, n.1, p.25-30, 2008.
- 362 RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; MAIER, J.C. Digestão e metabolismo dos nutrientes:
 363 Digestão, absorção e metabolismo das vitaminas. In: SAKOMURA, N.K.; SILVA, J.H.V.;
 364 COSTA, F.G.P.; FERNANDES, J.B.K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de não ruminantes**.
 365 Jaboticabal: Funep, p.143-166, 2014.
- 366 SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis Systems**: user's guide. Version 9.0. Cary: SAS
 367 Institute, 2002.
- 368 STRINGHINI, J.H.; ANDRADE, M.L.; ANDRADE, L.A.; XAVIER, S.A.G.; CAFÉ,
 369 M.B.; LEANDRO, N.S.M. Desempenho, balanço e retenção de nutrientes e biometria dos
 370 órgãos digestivos de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de proteína na
 371 ração pré-inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2350-2358, 2006.
- 372 TEIXEIRA, M.P.F. **Vitamina C Em Rações Para Frangos De Corte Estressados Por**
 373 **Calor**. 2011. 59 f. Dissertação (mestrado em ciência animal) – UFPI, Teresina-PI. 2011.
- 374 WANG, J.; HAN, J.; CHEN, G.; QU, H.; WANG, Z.; YAN, Y.; CHENG, Y. Comparison
 375 of bioavailability of 1 α -hydroxycholecalciferol and cholecalciferol in broiler chicken diets.
 376 **Journal of Poultry Science**, v.53, p.22-28, 2016.

377

378

Tabelas

379 **Tabela 1.** Composição percentual e conteúdo nutricional das dietas experimentais para
380 frangos de corte de 1 a 7 dias de idade.

Ingredientes (%)	Níveis de Vitamina D3 (UI/kg)					
	0	600	1200	1800	2400	3000
Milho (7,88% PB)	56,470	56,470	56,470	56,470	56,470	56,470
Farelo de soja (48% PB)	36,680	36,680	36,680	36,680	36,680	36,680
Óleo vegetal	2,210	2,210	2,210	2,210	2,210	2,210
Fosfato bicálcico	1,880	1,880	1,880	1,880	1,880	1,880
Calcário calcítico	0,873	0,873	0,873	0,873	0,873	0,873
Sal comum (NaCl)	0,507	0,507	0,507	0,507	0,507	0,507
DL-Metionina (99%)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
L-Lisina-HCl (79%)	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Suplemento vitamínico mineral ⁽¹⁾	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Material inerte (caulim)	0,2550000	0,2549985	0,2549970	0,2549955	0,2549940	0,2549925
Vitamina D3 ⁽²⁾	0,0000000	0,0000015	0,0000030	0,0000045	0,0000060	0,0000075
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Proteína bruta (%)	22,200	22,200	22,200	22,200	22,200	22,200
EM (kcal/kg)	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950
Lisina digestível (%)	1,310	1,310	1,310	1,310	1,310	1,310
Metionina digestível (%)	0,655	0,655	0,655	0,655	0,655	0,655
Metionina + cistina digestível (%)	0,961	0,961	0,961	0,961	0,961	0,961
Treonina digestível (%)	0,758	0,758	0,758	0,758	0,758	0,758
Triptofano digestível (%)	0,252	0,252	0,252	0,252	0,252	0,252
Cálcio (%)	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
Fósforo disponível (%)	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
Sódio (%)	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220
Vitamina D (UI/kg)	2.300	2.900	3.500	4.100	4.700	5.300

381 ⁽¹⁾Nível de garantia por 1 kg do produto, recomendado para 100 kg de ração: ferro 4.000,00 mg; cobre
382 1.000,00 mg; magnésio 7.000,00 mg; zinco 6.000,00 mg; iodo 100,00 mg; selênio 30,40 mg; vitamina A
383 920.000,00 UI; vitamina D3 230.000,00 UI; vitamina E 1.954,40 UI; vitamina K3 230,40 mg; vitamina B1
384 206,40 mg; vitamina B2 690,40 mg; niacina 4.024,80 mg; ácido pantotênico 1.264,80 mg; vitamina B6
385 298,40 mg; ácido fólico 115,20 mg; biotina 6,32 mg; vitamina B12 1.500,00 mcg; colina 50,00 g; lisina
386 110,00 g; metionina 350,00 g; nicarbazina 12,50 g; enramicina 1.000,00 mg.

387 ⁽²⁾Vitamina D3 (colecalfiferol) ou 7-dehidrocolesterol ativado, atividade de 40.000.000 UI/g do produto.
388

389 **Tabela 2.** Composição percentual e conteúdo nutricional das dietas experimentais para
390 frangos de corte de 8 a 21 dias de idade.

Ingredientes (%)	Níveis de Vitamina D3 (UI/kg)					
	0	600	1200	1800	2400	3000
Milho (7,88% PB)	60,770	60,770	60,770	60,770	60,770	60,770
Farelo de soja (48% PB)	33,104	33,104	33,104	33,104	33,104	33,104
Óleo vegetal	2,068	2,068	2,068	2,068	2,068	2,068
Fosfato bicálcico	1,485	1,485	1,485	1,485	1,485	1,485

34

Calcário calcítico	0,886	0,886	0,886	0,886	0,886	0,886
Sal comum (NaCl)	0,482	0,482	0,482	0,482	0,482	0,482
DL-Metionina (99%)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
L-Lisina-HCl (79%)	0,103	0,103	0,103	0,103	0,103	0,103
Suplemento vitamínico mineral ⁽¹⁾	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Material inerte (caulim)	0,1020000	0,1019985	0,1019970	0,1019955	0,1019940	0,1019925
Vitamina D3 ⁽²⁾	0,0000000	0,0000015	0,0000030	0,0000045	0,0000060	0,0000075
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Proteína bruta (%)	20,800	20,800	20,800	20,800	20,800	20,800
EM (kcal/kg)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Lisina digestível (%)	1,174	1,174	1,174	1,174	1,174	1,174
Metionina digestível (%)	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
Metionina + cistina digestível (%)	0,890	0,890	0,890	0,890	0,890	0,890
Treonina digestível (%)	0,710	0,710	0,710	0,710	0,710	0,710
Triptofano digestível (%)	0,232	0,232	0,232	0,232	0,232	0,232
Cálcio (%)	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819
Fósforo disponível (%)	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391
Sódio (%)	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210
Vitamina D (UI/kg)	2.000	2.600	3.200	3.800	4.400	5.000

391 ⁽¹⁾Nível de garantia por 1 kg do produto, recomendado para 100 kg de ração: ferro 4.000,00 mg; cobre
392 1.000,00 mg; magnésio 7.000,00 mg; zinco 6.000,00 mg; iodo 100,00 mg; selênio 30,40 mg; vitamina A
393 800.000,00 UI; vitamina D3 200.000,00 UI; vitamina E 1.700,00 UI; vitamina K3 200,00 mg; vitamina B1
394 180,00 mg; vitamina B2 600,00 mg; cianina 3.500,00 g; ácido pantotênico 1.100,00 mg; vitamina B6 260,00
395 mg; ácido fólico 100,00 mg; biotina 5,52 mg; vitamina B12 1.304,00 mcg; colina 47,50 g; lisina 80,00 g;
396 metionina 310,00 g; nicarbazina + narasina 5.000,00 mg / 5.000,00 mg; enramicina 1.000,00 mg.

397 ⁽²⁾Vitamina D3 (colecalfiferol) ou 7-dehidrocolesterol ativado, atividade de 40.000.000 UI/g do produto.

398

399 **Tabela 3.** Valores médios da temperatura, umidade relativa do ar e Índice de Temperatura
400 de Globo e Umidade (ITGU) durante o período experimental.

Semana	Temperatura (°C)		Umidade Relativa (%)	ITGU
	Mínima	Máxima		
1 ^a	24,99±0,53	32,62±0,84	80,14±5,00	80,14±1,10
2 ^a	25,54±0,70	32,50±1,10	77,61±3,83	81,54±0,83
3 ^a	25,65±0,48	31,30±0,82	82,57±2,87	79,43±0,64
Média	25,39±0,59	32,14±0,92	80,11±3,90	80,37±0,85

401

402 **Tabela 4.** Desempenho de frangos de corte de 1 a 7 e 1 a 21 dias de idade, mantidos em
403 ambiente de estresse por calor, alimentados com dietas contendo níveis de vitamina D3.

Parâmetros	Vitamina D3 (UI/kg)						CV (%)	Valor P	
	0	600	1200	1800	2400	3000		L	Q
1 a 7 dias de idade									
CR (kg)	0,135	0,133	0,133	0,133	0,136	0,131	5,04	0,677 ^{ns}	0,896 ^{ns}
GP (kg)	0,129	0,122	0,127	0,124	0,127	0,124	2,92	0,172 ^{ns}	0,374 ^{ns}
CA (kg/kg)	1,04	1,09	1,04	1,07	1,08	1,06	2,95	0,435 ^{ns}	0,337 ^{ns}
VC (%)	99,2	100,0	100,0	99,2	99,2	97,5	2,02	0,100 ^{ns}	0,107 ^{ns}

IEP	176,5	160,6	175,4	164,1	166,5	163,0	4,13	0,016*	0,634 ^{ns}
1 a 21 dias de idade									
CR (kg)	1,243	1,310	1,284	1,310	1,324	1,263	3,98	0,348 ^{ns}	0,020*
GP (kg)	0,998	1,031	0,995	1,036	1,004	1,015	2,89	0,826 ^{ns}	0,298 ^{ns}
CA (kg/kg)	1,24	1,27	1,29	1,26	1,32	1,25	3,23	0,299 ^{ns}	0,037*
VC (%)	99,2	99,2	100,0	97,5	99,2	96,7	2,21	0,055 ^{ns}	0,273 ^{ns}
IEP	379,1	383,6	367,0	380,8	359,6	373,0	5,34	0,208 ^{ns}	0,729 ^{ns}

CR: consumo de ração; GP: ganho de peso; CA: conversão alimentar; VC: viabilidade criatória; IEP: índice de eficiência produtiva; CV: coeficiente de variação; P: probabilidade, L, Q: efeitos de ordem linear e quadrática, respectivamente; ^{ns}: não-significativo; *: significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Peso absoluto e rendimento de carcaça, cortes, órgãos do sistema digestivo e coração de frangos de corte aos 21 dias de idade, mantidos em ambiente de estresse por calor, alimentados com dietas contendo níveis de vitamina D3.

Parâmetros	Vitamina D3 (UI/kg)						CV (%)	Valor P	
	0	600	1200	1800	2400	3000		L	Q
Peso absoluto (kg)									
Carcaça	0,792	0,817	0,796	0,806	0,822	0,804	3,77	0,440 ^{ns}	0,557 ^{ns}
Peito	0,244	0,258	0,255	0,254	0,256	0,252	5,94	0,573 ^{ns}	0,217 ^{ns}
Coxa	0,099	0,103	0,098	0,100	0,101	0,099	4,87	0,866 ^{ns}	0,856 ^{ns}
Sobrecoxa	0,109	0,113	0,109	0,107	0,113	0,105	6,77	0,335 ^{ns}	0,522 ^{ns}
Asa	0,041	0,042	0,042	0,043	0,043	0,041	4,60	0,803 ^{ns}	0,119 ^{ns}
Entreasa	0,047	0,046	0,048	0,050	0,049	0,048	8,30	0,182 ^{ns}	0,379 ^{ns}
GA	0,008	0,009	0,008	0,009	0,009	0,008	23,43	0,811 ^{ns}	0,631 ^{ns}
Moela	0,025	0,026	0,024	0,025	0,025	0,024	13,08	0,566 ^{ns}	0,897 ^{ns}
Coração	0,005	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	14,51	0,032*	0,700 ^{ns}
Fígado	0,022	0,027	0,024	0,024	0,023	0,025	12,17	0,750 ^{ns}	0,562 ^{ns}
Intestino	0,037	0,039	0,040	0,038	0,039	0,038	11,60	0,970 ^{ns}	0,476 ^{ns}
Pâncreas	0,003	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003	16,65	0,791 ^{ns}	0,872 ^{ns}
Proventrículo	0,006	0,006	0,005	0,006	0,006	0,006	20,02	0,648 ^{ns}	0,677 ^{ns}
Rendimento (%)									
Carcaça	81,36	81,17	81,68	80,65	82,47	81,64	2,20	0,501 ^{ns}	0,755 ^{ns}
Peito	30,81	31,50	31,94	31,50	31,10	31,28	3,93	0,863 ^{ns}	0,212 ^{ns}
Coxa	12,49	12,54	12,27	12,41	12,26	12,32	3,77	0,343 ^{ns}	0,778 ^{ns}
Sobrecoxa	13,78	13,77	13,67	13,95 ⁽¹⁾	13,69	13,04	3,67 ⁽¹⁾	0,037 ^{(1)*}	0,071 ⁽¹⁾
Asa	5,20	5,10	5,26	5,27	5,20	5,06	5,00	0,684 ^{ns}	0,268 ^{ns}
Entreasa	5,83	5,60	5,03	6,15	5,93	5,96	8,06	0,309 ^{ns}	0,465 ^{ns}
GA	1,05	1,02	1,02	1,10	1,07	1,02	23,30	0,937 ^{ns}	0,766 ^{ns}
Moela	3,163	3,125	2,968	3,145	3,065	2,942	14,76	0,481 ^{ns}	0,946 ^{ns}
Coração	0,640	0,763	0,715	0,735	0,751	0,799	15,64	0,059 ^{ns}	0,780 ^{ns}
Fígado	2,801	3,292	3,056	3,012	2,772	3,148	11,22	0,910 ^{ns}	0,644 ^{ns}
Intestino	4,718	4,796	5,062	4,712	4,713	4,744	12,91	0,826 ^{ns}	0,581 ^{ns}
Pâncreas	0,389	0,450	0,380	0,415	0,386	0,425	16,92	0,914 ^{ns}	0,829 ^{ns}
Proventrículo	0,724	0,684	0,682	0,793	0,730	0,708	20,76	0,741 ^{ns}	0,787 ^{ns}

⁽¹⁾: Dados transformados (um outlier retirado); GA: gordura abdominal; CV: coeficiente de variação; P: probabilidade; L, Q: efeitos de ordem linear e quadrática, respectivamente; ^{ns}: não-significativo; *: significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Peso absoluto e relativo de órgãos linfoides de frangos de corte aos 21 dias de idade, mantidos em ambiente de estresse por calor, alimentados com dietas contendo níveis de vitamina D3.

Parâmetros	Vitamina D3 (Ui/kg)						CV	Valor P ¹	
------------	---------------------	--	--	--	--	--	----	----------------------	--

								(%)		
	0	600	1200	1800	2400	3000		L	Q	
	Peso Absoluto (g)									
Timo	3,339	3,894	4,454	4,410	3,634	4,078	21,48	0,33 ^{ns}	0,076 ^{ns}	
Baço	0,695	0,723	0,706	0,726	0,682	0,720	18,98	0,964 ^{ns}	0,914 ^{ns}	
B. Cloacal	2,646	2,476	2,187	2,704	2,217	2,387	24,31	0,450 ^{ns}	0,686 ^{ns}	
	Peso Relativo (%)									
Timo	0,365	0,432	0,480	0,476	0,406	0,439	20,56	0,354 ^{ns}	0,066 ^{ns}	
Baço	0,076	0,080	0,076	0,079	0,076	0,076	17,33	0,928 ^{ns}	0,911 ^{ns}	
B. Cloacal	0,293	0,275	0,237	0,292	0,247	0,261	24,55	0,407 ^{ns}	0,600 ^{ns}	

418 B. Cloacal: Bolsa Cloacal; CV: coeficiente de variação; P: probabilidade; L, Q: efeitos de ordem linear e
419 quadrática, respectivamente; ^{ns}: não-significativo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nesta pesquisa demonstram que os crescentes níveis de suplementação de vitamina D nas dietas de frangos de corte não melhoraram o desempenho dos animais. Apesar de indicar diferenças significativas para peso absoluto de coração e rendimento de sobrecoxa, não é possível afirmar que a suplementação de vitamina D interfere nessas variáveis, sendo necessários maiores estudos.

Embora parte das pesquisas com vitamina D apontem resultados contraditórios e não conclusivos elas despontam como importante alternativa e dessa forma, os trabalhos devem ser continuados.

Práticas no intuito de atenuar os efeitos deletérios das altas temperaturas sobre as respostas fisiológicas e produtivas dos frangos de corte, devem ser pesquisadas. Entre as várias alternativas disponíveis destacam-se o manejo nutricional. Principalmente por se tratar de uma ferramenta menos onerosas, quando comparada com o manejo ambiental. A manipulação nutricional da dieta é considerada uma das melhores ferramentas para otimizar o desempenho de frangos de corte criados em ambientes com elevadas temperaturas, com consequentes benefícios econômicos ao setor avícola.

Diante de cenário, os nutricionistas têm buscado como alternativas formularem rações usando nutrientes funcionais com a perspectiva de redução dos efeitos deletérios provocados pelo desconforto térmico, tendo destaque vitaminas, minerais, aminoácidos e entre outros. Dessa forma, a vitamina D aparece por estar envolvida em diversos processos fisiológicos há inúmeros fatores que podem ser considerados e mais amplamente estudados. Assim, há muitas indagações a respeito da utilização da vitamina D em condições de estresse e uma necessidade de maiores pesquisas a respeito.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 1-14, 2011.
- ALBERS, N.; GOTTERBARM, G.; HEIMBECK, W. et al. **Vitamins in Animal Nutrition**. Bonn: AWT, 2002. 77 p.
- ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, J. S. et al. **Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal: os alimentos**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 2002. 395 p.
- ASLAM, S. M.; GARLICH, J. D.; QURESHI, M. A. Vitamin D deficiency alters the immune responses of broiler chicks. **Poultry Science**, v. 77, p. 842-849, 1998.
- AVIAGEN. **Manual de manejo de frangos Ross**. 2014. Disponível em: <http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Portuguese/Ross-Broiler-Handbook-2014-PT.pdf> Acesso em: 25 de abril de 2017.
- BARBOSA, A. A.; MORAES, G. H. K.; TORRES, R. A. et al. Avaliação da qualidade óssea mediante parâmetros morfométricos, bioquímicos e biomecânicos em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 772-778, 2010.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA, 2006. 301 p.
- BOIAGO, M. M.; BORBA, H.; SOUZA, P. A. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes fontes de selênio, zinco e manganês, criados sob condições de estresse térmico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 1, p. 241-247, 2013.
- BORGES, S. A.; MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 975-981, 2003.
- BRITO, J. A. G.; BERTECHINI, A. G.; FASSANI, É. J. et al. Efeito da vitamina D3 e 25-hidroxicalciferol sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e a morfologia intestinal de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2656-2663, 2010.
- BUFFINGTON, D. E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.
- CAIRES, C. M.; CARVALHO, A. P.; CAIRES, R. M. Nutrição de frangos de corte em clima quente. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 3, p. 577-583. 2008.

CARVALHO, G. B.; LOPES, J. B.; SANTOS, N. P. S. et al. Comportamento de frangos de corte criados em condições de estresse térmico alimentados com dietas contendo diferentes níveis de selênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 14, n. 4, p. 785-797, 2013.

CATORNA, M. T.; ZHU, Y.; FROICU, M. et al. Vitamin D status, 1,25-dihydroxyvitamin D₃, and the immune system. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 80, p. 1717-1720, 2004.

CHOU, S. H.; CHUNG, T. K.; YU, B. Effects of supplemental 25-hydroxycholecalciferol on growth performance, small intestinal morphology, and immune response of broiler chickens. **Poultry Science**, p. 88, n. 11, p. 2333-2341, 2009.

COLET, S. **Características ósseas de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de vitamina D**. 2013. 63 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). UFGD, Dourados – MS, 2013.

COLET, S.; GARCIA, R. G.; ALMEIDA PAZ, I. C. L. et al. Bone characteristics of broilers supplemented with vitamin D. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 17, p. 325-332, 2015.

COTO, C. CERRATE, S.; WANG, Z. et al. Effects of dietary levels of calcium and nonphytate phosphorus in broiler starter diets on live performance, bone development and growth plate conditions in male chicks fed a corn-based diet. **International Journal of Poultry Science**, v. 7, p. 638-645, 2008.

DAGHIR, N. J. **Poultry Production In Hot Climates**. CAB International Nosworthy Way. Wallingford. 2^a ed. p. 30-32. 2008. 387 p.

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, 2009.

FURLAN, R. L.; MACARI, M. **Termorregulação**. In: MACARI, M.; FURLAN R. L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2. ed. Jaboticabal: Funesp, p. 209-230, 2008.

FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SINPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., Chapecó, 2006. **Anais...** Chapecó, 2006. p. 104-135.

GARCIA, A. Q. M.; MURAKAMI, A. E.; DUARTE, C. R. A. et al. 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.

GREEN, J.; PERSIA, M. E. The effects of feeding high concentrations of cholecalciferol, phytase, or their combination on broiler chicks fed various concentrations of nonphytate phosphorus. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, n. 3, p. 579-587, 2012.

GUERRA, A. F. Q. G.; MURAKAMI, A. E.; SANTOS, T. C. et al. Utilização da vitamina D₃ e seus metabólitos na alimentação de frangos de corte sobre parâmetros imunológicos e morfometria intestinal. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 5, p. 477-484, 2014.

- GOFF, J. P. Distúrbios do metabolismo dos carboidratos e da gordura. In: REECE, W. O. **Dukes. Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 926 p.
- GONZALES, E.; MENDONÇA JÚNIOR, C. X. Problemas locomotores em frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 2006, Chapecó. **Anais...** Chapecó-SC: Núcleo de Médicos Veterinários, p. 79-94, 2006.
- 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.
- HURWITZ, S. HARRISON, H. C.; BULL, E. C. et al. Comparison of the actions of vitamins D2 and D3 in the chick with their retention in serum, liver and intestinal mucosa. **The Journal of Nutrition**, v. 91, p. 208-212, 1967.
- KHAN, S. H.; SHAHID, R.; MIAN, A. A. et al. Effect of the level of cholecalciferol supplementation of broiler diets on the performance and tibial dyschondroplasia. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 94, n. 5, p. 584-593, 2010.
- KNOWLES, T. G.; KESTIN, S. C.; HASLAM, S. M. et al. Leg disorders in broiler chickens: prevalence, risk factors and prevention. **Plos One**, v. 3, n. 2, 2008.
- LOPES, J. C. O.; FIGUEIRÊDO, A. V.; LOPES, J. B. et al. Zinco e vitamina E em dietas para frangos de corte criados em estresse calórico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 16, n. 2, p. 350-364, 2015.
- MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375 p.
- MESQUITA, F. R. **Níveis e formas de vitamina D em rações para frangos de corte**. 2012. 101 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- NÄÄS, I.A.; BARACHO, M.S.; BUENO, L.G.F. et al. Use of Vitamin D to Reduce Lameness in Broilers Reared in Harsh Environments. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 14, n. 3, p. 159-232, 2012.
- NASCIMENTO, G. R.; NÄÄS, I. A.; BARACHO, M. S. et al. Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 18, n. 6, p. 658-663, 2014.
- NASCIMENTO, S. T.; SILVA, I. J. O. ; RODRIGUES, V. C. et al. Estudos preliminares de tolerância ao estresse térmico de duas linhagens comerciais de frangos de corte na sexta semana de produção. In: **XVIII Congresso de Zootecnia, II Congresso Ibero-Americano de Zootecnia**, 2009, Vila Real, Portugal. Livro de Comunicações, p. 474-477.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of domestic animals: nutrient requirement of poultry**. 9. ed. Washington: National Academic Science, 1994. 155 p.

OBA, A.; LOPES, P. C. F.; BOIAGO, M. M. et al. Características produtivas e imunológicas de frangos de corte submetidos a dietas suplementadas com cromo, criados sob diferentes condições de ambiente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 5, p. 1186-1192, 2012.

OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T. et al. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 797-803, 2006.

OLIVEIRA, R. P.; SANTOS, E. T.; SGAVIOLI, S. Níveis de vitamina D sobre o desempenho e desenvolvimento ósseo de linhagens de frangos de corte. **Ars. Veterinaria**, Jaboticabal-SP, v. 31, n. 1, p. 1-6, 2015.

PATRICIO, I. S.; MENDES, A. A.; RAMOS, A. A. et al. Overview on the performance of Brazilian broilers (1990 to 2009). **Revista Brasileira de Ciências Avícolas**, v. 4, n. 4, p. 233-238, 2012.

PONSO, R.; FARIA, D. E.; ALBUQUERQUE, R. et al. Avaliação do desenvolvimento da discondroplasia tibial em frangos de corte submetidos à dieta com 25 hidroxicolecalciferol. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 49, n. 2, p. 153-161, 2012.

RAO, S. V. R.; RAJU, M. V. L. N.; PANDA, A. K. et al. Effect of surfeit concentrations of vitamin D3 on performance, bone mineralization and mineral retention in broiler chicks. *Journal of Poultry Science*, v. 45, n. 1, p. 25-30, 2008.

REECE, W. O. **Dukes. Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 926 p.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: UFV, DZO, 2011. 252 p.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M. A.; MAIER, J. C. Digestão e metabolismo dos nutrientes: Digestão, absorção e metabolismo das vitaminas. In: SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P. et al. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: Funep, p. 143-166, 2014.

SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis Systems: user's guide**. Version 9.0. Cary: SAS Institute, 2002.

SILVA, R. G. **Introdução a Bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 283 p.

STRINGHINI, J. H.; ANDRADE, M. L.; ANDRADE, L. A. et al. Desempenho, balanço e retenção de nutrientes e biometria dos órgãos digestivos de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de proteína na ração pré-inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2350-2358, 2006.

ŚWIĄTKIEWICZ, S.; ARCZEWSKA-WŁOSEK, A.; BEDERSKA-LOJEWSKA, D. et al. Efficacy of dietary vitamin D and its metabolites in poultry - review and implications of the recent studies. **World's Poultry Science Journal**, v. 73, 2017.

TAN, G. Y.; YANG, L.; FU, Y. Q. et al. Effects of different acute high ambient temperatures on function of hepatic mitochondrial respiration, antioxidative enzymes, and oxidative injury in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 89, n. 1, p. 115-122, 2010.

TEIXEIRA, M. P. F. **Vitamina C Em Rações Para Frangos De Corte Estressados Por Calor**. 2011. 59 f. Dissertação (mestrado em ciência animal) – UFPI, Teresina-PI. 2011.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura industrial: Novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 3, n. 1, p. 1-26, 2001.

VIEITES, F. M.; NALON, R. P.; SANTOS, A. L. et al. 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, 2014.

WANG, F.; Han, J.; Chen, G. et al. Comparison of bioavailability of 1 α -hydroxycholecalciferol and cholecalciferol in broiler chicken diets. **Journal of Poultry Science**, v. 53, p. 22-28, 2016.