

MAURÍCIO DE PAULA FERREIRA TEIXEIRA

**VITAMINA C EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE ESTRESSADOS POR
CALOR**

TERESINA, PIAUÍ

2011

MAURÍCIO DE PAULA FERREIRA TEIXEIRA

**VITAMINA C EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE ESTRESSADOS POR
CALOR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí, para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, Área de Concentração: Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Márvio Lobão Teixeira de Abreu

Co-Orientador: Prof. Dr. João Batista Lopes

TERESINA

2011

T266v Teixeira, Mauricio de Paula Ferreira

Vitamina C em rações para frangos de corte estressados por calor /Mauricio de Paula Ferreira Teixeira. – 2011.

57f.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Piauí, 2011.

Orientação: Prof. Dr.ºMárvio Lobão Teixeira de Abreu

1. Avicultura. 2. Frango de corte - Estresse térmico. 3. Frango de corte – Ácido ascórbico. I. Título.

CDD: 636.5 089 698

**VITAMINA C EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE ESTRESSADOS POR
CALOR**

Maurício de Paula Ferreira Teixeira

Dissertação aprovada em: 21 / 01 / 2011

Banca examinadora:

Prof. Dr. Márvio Lobão Teixeira de Abreu – CCA/UFPI
Orientador

Prof. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro – CCA/UFMA
Examinador Externo

Prof. Dr. Agostinho Valente de Figueirêdo – CCA/UFPI
Examinador Interno

“A educação é o passaporte para o futuro, pois o amanhã
depende das pessoas que se preparam hoje.”

(Malcolm X)

A Deus.

Aos meus pais,

Maurícia e Vicente,

Que sempre me apoiaram e jamais mediram esforços para a realização dos meus sonhos

As minhas irmãs,

Juliana e Valéria

Pela amizade e carinho

Ao meu sobrinho,

João Vitor

Pois quando estou com ele, volto a ser criança

A minha Noiva,

Juliana,

Pela dedicação, companheirismo, incentivo e apoio nas horas difíceis;

DEDICO

Agradecimentos

À Universidade Federal do Piauí, por viabilizar essa pesquisa e por ter contribuído com a minha formação.

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa e ao PROCAD/CAPES pela oportunidade proporcionada.

Ao CNPq e a CAPES, pelo apoio financeiro.

Ao Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da UFPI, pelo apoio.

Ao professor Márvio Lobão Teixeira de Abreu, pelos ensinamentos, pela confiança, orientação, amizade e grande exemplo pessoal e profissional.

Ao professor João Batista Lopes, pelas sugestões, pelo apoio e pela amizade.

Ao professores, Agustinho Valente de Figueiredo, Manoel Henrique Klein Junior, Silvana Maria Medeiros de Sousa Silva e Francisco Assis Lima Costa pelas contribuições propiciadas.

Ao professor Felipe Barbosa Ribeiro – CCAA/UFMA pela disponibilidade e contribuições.

Aos amigos do Departamento de Zootecnia, em especial a Snaylla, Antonio Bruno, Izaquiel, Tiago, Sandra, pois foram de fundamental importância para a realização do projeto.

A todos do Setor de Patologia Animal, que contribuíram na realização das análises.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia e do Setor de Patologia Animal.

A meus amigos Hosmylton, Francisco Filho, Alexandre, Leonardo, Deyse, Natália, pelo apoio e amizade.

E a minha Noiva Juliana e toda sua família por acreditarem nos meus objetivos e me incentivarem.

A todos que de alguma forma me ajudaram na realização da pós-graduação e formação profissional e pessoal.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Ambiente e estresse por calor.....	13
1.2 Efeitos fisiológicos do calor sobre as aves.....	14
1.3 Calor e sistema linforreticular.....	16
1.4 Vitamina C x calor.....	18
2 CAPITULO 1 – Suplementação de vitamina c na ração e parâmetros produtivos de frangos de corte em estresse por calor	20
3 CAPITULO 2 - Biometria de órgãos digestivos e linfóides e histomorfometria da bolsa cloacal de frangos de corte estressados por calor cíclico suplementados com vitamina C.....	34
4 CONCLUSÕES GERAIS.....	52
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS.....	53

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras	Página
Capítulo 1	
Figura 1- Representação gráfica da variação de temperatura no interior do galpão de criação de frangos de corte de 1 a 21 dias recebendo ração com diferentes níveis de vitamina C.	31
Figura 2- Representação gráfica da variação de temperatura no interior do galpão de criação de frangos de corte de 1 a 45 dias recebendo ração com diferentes níveis de vitamina C.	32
Figura 3- Conversão alimentar de frangos de corte de 1 a 45 dias mantidos em ambiente de alta temperatura recebendo ração com diferentes níveis de vitamina C.	33
Capítulo 2	
Figura 1- Representação gráfica da variação de temperatura no interior do galpão de criação de frangos de corte de 1 a 21 dias recebendo ração com diferentes níveis de vitamina C.	50
Figura 2- Representação gráfica da variação de temperatura no interior do galpão de criação de frangos de corte de 1 a 45 dias recebendo ração com diferentes níveis de vitamina C.	51

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
Capítulo 1	
Tabela I - Composição da ração basal, para frangos de corte na fase de crescimento (1 a 21 dias)	27
Tabela II - Composição da ração basal, para frangos de corte na fase final (22 a 45 dias)	28
Tabela III- Desempenho de frangos de corte aos 21 e aos 45 dias de idade, mantidos em ambiente de alta temperatura e recebendo ração suplementada com diferentes níveis de vitamina C	29
Tabela IV- Rendimento de carcaça e cortes nobres de frangos de corte aos 45 dias de idade, mantidos em ambiente de alta temperatura e recebendo ração suplementada com diferentes níveis de vitamina C	30
Capítulo 2	
Tabela 1 - Composição da ração basal, para frangos de corte na fase de crescimento (1 a 21 dias)	45
Tabela 2 - Composição da ração basal, para frangos de corte na fase final (22 a 45 dias)	46
Tabela 3 - Pesos do coração e de órgãos digestivos de frangos de corte, aos 45 dias de idade, mantidos em estresse por calor, recebendo ração suplementada com vitamina	47
Tabela 4 – Pesos de órgãos linfóides de frangos de corte, mantidos em estresse por calor, recebendo ração suplementada com vitamina C	48
Tabela 5 - Histomorfometria de folículos linfóides da bolsa cloacal de frangos de corte, mantidos em estresse por calor, recebendo ração suplementada com vitamina C	49

LISTA DE ABREVIATURAS

AA	Ácido ascórbico
ABEF	Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frango
C vit C	Consumo de vitamina C
CA	Conversão alimentar
Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCA	Centro de Ciências Agrárias
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CO ₂	Dióxido de carbono
CR	Consumo de ração
EM	Energia Metabolizavel
GP	Ganho de peso
H ⁺	Hidrogênio
H ₂ CO ₃	Ácido carbônico
ITGU	Índice de Temperatura de Globo e Umidade
LRP	Linear Response Plateau
PB	Proteína Bruta
pCO ₂	Pressão parcial do dióxido de carbono
SAEG	Sistema para Análises Estatísticas
T ₃	Triiodotironina
T ₄	Tiroxina
Tbu	Temperatura de bulbo úmido em °C
Tgn	Temperatura de globo negro em °C
UFPI	Universidade Federal do Piauí

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido para avaliar o efeito da adição de vitamina C na ração sobre desempenho e rendimento de carcaça e cortes nobres de frangos de corte estressados por calor cíclico. Avaliou-se também a biometria de órgãos dos sistemas digestório e linfóide e histomorfometria da bolsa cloacal destes animais. Para isso, foram utilizados 400 frangos de corte machos, da linhagem Cobb, no período de 1 a 45 dias de idade. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0; 100; 200; 300; 400 ppm de vitamina C) e quatro repetições. Ao final dos períodos de 1 a 21 e 1 a 45 dias de idade foram determinados o consumo de ração, o ganho de peso, conversão alimentar e o consumo de vitamina C. Aos 21 dias cinco aves de cada repetição foram selecionadas, das quais duas foram abatidas, para coleta e pesagem de órgão linfóides, sendo determinado o peso absoluto e relativo. Aos 45 dias de idade os animais foram pesados e três animais mais próximos da média de peso das aves do boxe, foram colocados em jejum alimentar de 24 horas. Em seguida, esses animais foram abatidos e tiveram seu rendimento de carcaça e de cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa) avaliados, além de coletados e pesados o coração, os órgãos digestivos e linfóides. Posteriormente, foi realizada histomorfometria da bolsa cloacal dos animais de 21 e de 45 dias. Durante o período experimental os animais foram submetidos a estresse cíclico por calor na fase inicial (26,3-35,4 °C) e na fase total (25,9-35,1 °C). No período de 1 a 21 dias de idade os tratamentos influenciaram o ganho de peso e o consumo de vitamina C, entretanto, não se observou efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração e a conversão alimentar das aves. Considerando a fase total, verificou-se que os tratamentos não influenciaram o ganho de peso e o consumo de ração, influenciando de forma quadrática a conversão alimentar e de forma linear o consumo de vitamina C, que melhorou até o nível estimado de 206,19 ppm de vitamina C na ração. Os níveis de vitamina C suplementados influenciaram os rendimentos de carcaça e sobrecoxa, porém os tratamentos não afetaram o rendimento de peito e coxa dos frangos de corte submetidos a altas temperaturas. Não se observou efeito dos tratamentos sobre os pesos absolutos e relativos de órgãos linfóides, digestivos e coração, além de não ter influenciado os parâmetros histomorfometria da bolsa cloacal de frangos de corte estressados por calor. A suplementação da ração com vitamina C para frangos de corte, estressados por calor, melhora o ganho de peso e a conversão alimentar de frangos de corte, nos períodos de 1 a 21 dias e de 1 a 45 dias, respectivamente, e os rendimentos de carcaça e de sobrecoxa aos 45 dias de idade. Não tendo efeito sobre pesos absoluto e relativo de órgãos linfóides, digestivos e coração, além de não influenciar parâmetros histomorfometria da bolsa cloacal de frangos de corte estressados por calor cíclico.

Palavras chave: avicultura, estresse térmico, ácido ascórbico, desempenho, órgãos linfóides

ABSTRACT

This study was designed to evaluate the effect of adding vitamin C on carcass and prime cuts performance of broilers stressed by heat cyclic. We also evaluated digestive and lymphoid organs biometry, beyond cloacal histomorphometry of these animals. For this, we used 400 male broilers, of Cobb line, from 1 to 45 days old. The experiment design was completely randomized with five treatments (0, 100, 200, 300, 400 ppm of vitamin C) and four repetitions. The experiment was divided into two phases: 1 to 21 and 22 to 45 days of age, with 20 and 15 broilers per experimental unit at each stage, respectively. At the end of periods 1 to 21 and 1 to 45 days of age were determined feed intake, weight gain, feed conversion and intake of vitamin C. At 21 days, five broilers from each repetition were selected and two of them were slaughtered for collection and weighing of lymphoid organ, with determination of absolute and relative weight. At 45 days of age, the animals were weighed and three animals closer to the weight average of broilers in the same box, were placed in 24-hour fasting. Then, these animals were slaughtered and their carcass and prime cuts (breast, drumstick and thigh) analyzed, so heart, digestive and lymphoid organs were collected and weighed. Subsequently, cloacal bursa histomorphometry from animals of 21 and 45 days was performed. During the experimental period, the animals were subjected to cyclic heat stress in initial phase (from 26.3 to 35.4 ° C) and in total phase (from 25.9 to 35.1 ° C). In the period 1-21 days of age, the treatments affected weight gain and consumption of vitamin C, however, there was no treatment effect on feed intake and feed conversion of these broilers. Considering the total phase (1-45 days), it was found that the treatment did not affect weight gain and feed intake, influencing the feed conversion quadratically and the vitamin C consumption linearly, which improved until the estimated level of 206.19 ppm of vitamin C in the diet. The levels of vitamin C supplementation influenced carcass and thigh yield, although the treatments did not affect breast and thigh yield of broilers at high temperatures. There was no effect of treatments on absolute and relative weights of heart, lymphoid and digestive organs, and they did not influenced the parameters of cloacal bursa histomorphometry of broiler stressed by heat. The supplementation with vitamin C for broiler, stressed by heat, improved weight gain and feed conversion of broiler in the periods 1-21 days and 1-45 days, respectively, and the carcass and thigh at 45 days old. There was no effect of this supplementation on absolute and relative weights of heart, digestive and lymphoid organs, and it did not influenced the cloacal bursa histomorphometry parameters of broilers stressed by cyclic heat.

Key words: poultry, heat stress, ascorbic acid, performance, lymphoid organs

1 Introdução

O Brasil, segundo a ABEF (2011), é o terceiro maior produtor e o maior exportador mundial de carne de frangos, apesar das crises que freqüentemente assolam o país, a avicultura brasileira produz hoje o frango mais barato do mundo e de qualidade reconhecida (Laganá, 2005). Esse desempenho é reflexo do investimento em pesquisas na área de nutrição, manejo, melhoramento, sanidade e ambiência tornaram a indústria avícola o mais moderno, mais científico e mais eficiente segmento do setor agropecuário. Por outro lado, a criação de frango de corte segue enfrentando desafios à medida que atinge novos e mais altos índices produtivos. Dentre esses desafios destaca-se o estresse por calor, por influenciar negativamente o desempenho das aves.

Ao sofrerem estresse por calor, as aves reduzem o consumo de alimento, a fim de diminuir a produção de calor metabólico e manter a homeotermia. No entanto, menos nutrientes são disponibilizados para o metabolismo, resultando em menor taxa de crescimento (Abu-Dieyh, 2006).

Segundo Tinôco (2004), um ambiente é considerado confortável para aves adultas quando apresenta temperaturas de 15 a 25°C e umidade relativa do ar de 50 a 70%. Entretanto, dificilmente estes valores são encontrados em condições comerciais de produção, principalmente no Nordeste brasileiro.

Nestas condições as aves também apresentam seu sistema imunológico suprimido, devido aos níveis de corticosterona que se elevam quando estão estressadas, ocasionando involução do tecido linfóide e, conseqüentemente, supressão imunológica (Rosales et al., 1989). Além disso, elevados níveis desse hormônio no plasma sanguíneo alteram o *turnover* protéico, prejudicando a deposição protéica muscular (Yunianto et al., 1997), principal finalidade da produção de frangos de corte.

Sendo assim, existe a necessidade de se buscar alternativas para reduzir as perdas na produtividade e conseqüentemente na atividade imunológica de frangos de corte em situação de estresse térmico. Modificações no ambiente de criações e investimentos em sistemas de refrigeração são alternativas muito caras. Por isso, o manejo nutricional vem ganhando destaque entre as alternativas disponíveis.

A suplementação com vitamina C em rações de aves tem despertado grande interesse (Sahin; Küçük, 2001; Souza et al., 2009; Peña et al., 2008), pois durante períodos de calor, este nutriente além de apresentar sua síntese reduzida, também apresentam sua absorção intestinal

prejudicada, aumentando sua exigência na dieta das aves. A vitamina C também possui ação antioxidante, maneira efetiva de aliviar os efeitos adversos do calor sobre a produção avícola, além de elevar a degradação e diminuir a síntese de glicocorticóides. Desta forma, a inclusão da vitamina C em rações para frangos de corte pode ser indicada em regiões onde há predominância de altas temperaturas ambientais.

O trabalho, estruturalmente, foi dividido em dois capítulos, o primeiro, intitulado “Suplementação de vitaminas C na ração e parâmetro produtivos de frangos de corte em estresse por calor”, que será encaminhado à Revista Archivos de Zootecnia e o segundo artigo, “Biometria de órgãos digestivos e linfóides e histomorfometria da bolsa cloacal de frangos de corte estressados por calor cíclico suplementados com vitamina C”, encaminhado a revista Poultry Science.

1.1 Ambiente e estresse por calor

O ambiente onde as aves são criadas é um dos grandes responsáveis pelo sucesso ou fracasso de uma empresa avícola. Como na maioria das situações as aves domésticas estão confinadas, a temperatura ambiente pode ser considerada o fator físico de maior efeito, pois nessas condições as aves apresentam pouca margem de manobra para os ajustes comportamentais necessários à manutenção da temperatura corporal (Macari et al., 2004).

O estresse por calor tem início quando a temperatura ambiental ultrapassa a temperatura de conforto térmico, que é definido como sendo a faixa de temperatura ambiente onde a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menos gasto energético. Segundo a União Brasileira de Avicultura (UBA, 2009) a faixa de temperatura recomendada para aves adultas é de 21 a 23°C, com umidade relativa entre 65% e 70%. Entretanto, em países tropicais dificilmente estes valores são encontrados em condições comerciais de produção, o que compromete o desempenho ótimo destes animais.

Grande parte das pesquisas envolvendo altas temperaturas são realizadas em situações crônicas de exposição ao calor, e nesta situação as aves apresentam máxima resposta frente a esse desafio, apresentando extrema redução no desempenho. Bonnet et al. (1997) observaram redução em 50% do ganho de peso nas aves em estresse crônico de 32°C, quando comparadas às aves em ambiente termoneutro de 22°C, depois de três semanas. Enquanto Lana et al. (2000), encontraram ganho de peso 15% menor para aves mantidas sob estresse crônico por calor (31°C) em relação às aves mantidas em conforto térmico (23°C). Contudo, em situações naturais, a

exposição ao calor ocorre de forma cíclica, havendo um período de temperaturas mais amenas e outro com temperaturas mais elevadas. Trabalhando com frango de corte, Souza (2008) verificou que a exposição crônica ao calor causou redução no consumo de ração de 12,44%, 22,89% e 25,85% aos 28, 35 e 42 dias, respectivamente. Já a exposição ao calor cíclico reduziu o consumo de ração em 13,52% e 16,30%, aos 35 e 42 dias, respectivamente. Estes resultados são justificados pelo maior consumo nas horas frescas da noite, que ocorre no estresse cíclico.

1.2 Efeitos fisiológicos do calor sobre as aves

As aves são animais homeotérmicos, com cobertura corporal dotada de penas, que favorecem certo isolamento térmico, mais dificulta a troca de calor com o meio. Além disso, não apresentam glândulas sudoríparas e possuem reduzida capacidade de troca térmica, na forma latente, fato esse justificado por seu sistema termorregulador ser mais adequado para reter calor do que para dissipá-lo (Furlan, 2006).

Desta forma, o estresse por calor é um dos maiores entraves na produção de frangos, principalmente em regiões onde predominam altas temperaturas, devido ao baixo desempenho, a imunossupressão e a alta mortalidade (Oliveira Neto et al, 2000; Naziroglu et al., 2000; Mujahid et al., 2007).

Quando expostas ao calor, as aves ativam mecanismos fisiológicos responsáveis pela dissipação de calor e diminuem sua produção metabólica. Simultaneamente, alteram seu comportamento, abrindo as asas e mantendo-as afastadas do corpo, também aumentam o fluxo sanguíneo para a superfície corporal a fim de facilitar a dissipação do calor para o ambiente. Se ainda não for suficiente, há o aumento da frequência respiratória, ocasionando perdas excessivas de dióxido de carbono (CO_2). Assim, a pressão parcial de CO_2 (pCO_2) diminui, levando à queda na concentração de ácido carbônico (H_2CO_3) e hidrogênio (H^+) na tentativa de manter o equilíbrio ácido-base da ave. Esta alteração é denominada alcalose respiratória (Furlan; Macari, 2002). O aumento dos movimentos respiratórios também desencadeia uma maior contração da musculatura envolvida na respiração, gerando mais calor ao animal que pode levá-lo a hipertermia, além do desperdício energético para manutenção da estabilidade fisiológica (Furlan; Macari, 2002).

Somado a isso, a produção de calor nesses animais é particularmente alta, pois sua taxa de crescimento é suportada pelo elevado consumo alimentar, cuja eficiência de utilização de energia metabolizável é de apenas 40%, sendo o restante perdido na forma de calor (Teeter, 1994).

Portanto, ao sofrerem estresse por calor, as aves reduzem o consumo de alimento e a eficiência digestiva, a fim de diminuir a produção de calor metabólico e manter a homeotermia. No entanto, menos nutrientes são disponibilizados para o metabolismo, resultando em menor taxa de crescimento (Abu-Dieyeh, 2006).

Segundo Geraert et al. (1996) a taxa de produção de calor metabólico é reduzida quando as aves são expostas a temperaturas elevada. Assim, a taxa de *turnover* protéico, que representa a síntese e a degradação de proteína, também é influenciada pela temperatura ambiente, pois gera grande quantidade de calor. Segundo Yunianto et al (1997), estas mudanças podem ser causadas por alterações nas funções hormonais. De acordo com esses pesquisadores o hormônio corticosterona pode exercer uma importante função no controle do turnover protéico da musculatura esquelética em aves. Em estudo conduzido com frangos de corte desafiados pelo calor (30 e 34°C), eles observaram aumento na concentração plasmática de corticosterona e na taxa de quebra da proteína muscular.

Já os hormônios tireoidianos tiroxina (T₄) e triiodotironina (T₃), que são diretamente relacionados ao metabolismo animal (Sahin et al., 2002), apresentam suas concentrações plasmáticas influenciadas negativamente pela temperatura ambiental (Yahav et al., 1997). Dessa forma, aves mantidas sob altas temperaturas apresentam níveis plasmáticos destes hormônios diminuídos, reduzindo a atividade da bomba de sódio e potássio e o consumo de oxigênio pelas células animais, ocasionando redução da taxa metabólica (Chen et al., 1994). Jonier e Huston (1957) verificaram redução no tamanho da glândula tireóide em frangos de corte estressados por calor, o que resultou em redução da atividade desta glândula e em redução da taxa metabólica.

Segundo Oliveira Neto et al. (2000), altas temperaturas provocam modificações no tamanho dos órgãos, consistindo em ajuste fisiológico para reduzir a produção de calor corporal. Isto foi verificado por Plavnik e Yahav (1998) que trabalhando com frangos de corte estressados por calor (35°C), observaram redução no peso do fígado das aves, provavelmente em razão da redução na taxa metabólica. Oliveira et al. (2002), encontraram redução nos pesos relativos do fígado e do coração de frangos de corte sob estresse térmico (32°C).

O sistema sangüíneo também é sensível às mudanças de temperatura, consistindo num importante indicador das respostas fisiológicas das aves a agentes estressores (Laganá et al., 2005). De acordo com Yahav et al. (1997), o aumento da temperatura ambiente, reduziu a concentração de hemoglobina de 10,34 para 9,77g dL⁻¹ e aumentou o hematócrito em frangos submetidos a estresse agudo por calor. Laganá et al (2005) verificaram que o ambiente influenciou a concentração de hemoglobina e de heterófilos. De acordo com os últimos autores, a

diminuição no hematócrito em altas temperaturas estaria associada com a necessidade de reduzir a viscosidade do sangue durante a vasodilatação.

1.3 Calor e sistema linforreticular

A bolsa cloacal e o timo são órgãos linfoepiteliais centrais das aves, indispensáveis para o desenvolvimento e funcionamento do tecido linfóide periférico, uma vez que, respondem pela maturação e transferência de linfócitos para outros tecidos dependentes: baço, nódulos linfáticos agregados ao canal alimentar e glândula lacrimal da terceira pálpebra (Lima et al., 2008). Estes órgãos são fundamentais durante as primeiras semanas pós-eclosão, porém sofrem involução fisiológica à medida que a ave atinge sua maturidade sexual (Hodges, 1974).

O sistema imune desses animais pode ser dividido, em dois compartimentos distintos: o sistema burso-associado composto principalmente por linfócitos B, que em essência é responsável pela produção de anticorpos, após estímulo antigênico e o sistema timo-associado, composto principalmente por linfócitos T e fundamentalmente responsável pelas respostas de citotoxicidade e hipersensibilidade tardia (Montassier, 2009).

O estresse por calor pode levá-lo a diferentes graus de involução, que inclui a atrofia do timo, da bolsa cloacal e do baço, decorrentes do aumento da concentração de corticosterona no sangue das aves. Segundo Malheiros et al.(2003) a presença de altas concentrações deste hormônio, resulta em alterações metabólicas. Rosales et al. (1989) encontraram em aves criadas em ambientes com temperaturas elevadas, atrofia de todos os órgãos linfóides (timo, baço e bursa de Fabrício), levando a redução do número de linfócitos circulantes (Borges et al., 2004). Donker e Beuving (1989) comprovaram que a infusão de corticosterona em frangos diminui o peso relativo do timo em 71%, da bursa em 57% e do baço em 35%. Estes resultados são consistentes com a idéia de que os estressores e a corticosterona têm efeito catabólico sobre os órgãos linfóides e que a perda de peso, acompanhada da atrofia e da regressão dos órgãos linfóides, são bons indicativos de estresse pelas aves.

Com relação à bolsa cloacal, sua parede é composta de 4 camadas: a primeira, constituída de uma membrana serosa delgada, é seguida de duas camadas musculares lisas, uma circular e outra longitudinal e uma mucosa. A camada mucosa é o principal constituinte da parede e é formada por várias pregas que se projetam para o lúmen da bolsa, sendo compostas de tecido conjuntivo de sustentação e de folículos linfóides (Guimarães, 2001).

Os folículos linfóides constituem o maior componente das pregas, nessas estruturas ocorrem fases importantes do desenvolvimento dos linfócitos B e sua transformação em células imunocompetentes maduras e funcionais.

Cada folículo apresenta uma área cortical e uma medular. Estas áreas são delimitadas por uma membrana basal, sob a qual existe uma rede de capilares sangüíneos. Por ser composto principalmente por pequenos linfócitos o córtex folicular é mais intensamente corado por Hematoxilina e Eosina do que a porção medular. O suprimento sanguíneo dessa região é pouco desenvolvido, apesar da existência de algumas arteríolas, vênulas e capilares. Enquanto a porção medular, em qualquer fase do desenvolvimento, é praticamente isenta de capilares sangüíneos (Hodges, 1974). A área medular, principalmente a sua porção externa, é formada predominantemente de linfoblastos e poucos linfócitos médios e pequenos. Apresentando-se mais clara que a região cortical quando analisada ao microscópio óptico.

A elevação dos níveis de corticosteróides no sangue acarreta lise de linfócitos imaturos da bolsa cloacal e do timo, ocasionando hipotrofia dos referidos órgãos e involução precoce do tecido linfóide (Compton et al. 1990). Esta depleção não só interfere na produção de imunoglobulinas como também reduz os níveis de anticorpos circulantes, tornando o animal mais vulnerável aos desafios sanitários.

O processo de depleção linfocitária é mediado por intensificação da morte celular programada, também conhecida como apoptose, principalmente na bolsa cloacal, tanto que este órgão é freqüentemente adotado para avaliar a resposta em casos de estresse (Revidatti et al, 2002).

Estudos histomorfométricos da bolsa cloacal em aves submetidas a condições de estresse (calor e frio) e de conforto térmico, concluíram que o estresse térmico afeta o desenvolvimento e maturação das bolsas cloacais, elevando o índice de apoptose dos linfócitos e, conseqüentemente, reduzindo a área de parênquima e diminuindo a imunocompetência, uma vez que dispõe de menor quantidade de tecido linfóide na bolsa cloacal (Guimarães, 2001).

Segundo este pesquisador, a causa principal da diminuição da quantidade de parênquima em aves estressadas por frio e calor foi à evolução deficiente da área cortical durante o processo de maturação do órgão. O fato da ave em conforto térmico apresentar maior porcentagem de córtex dos folículos das bolsas cloacais nos permite dizer que estas aves também apresentam melhores condições de resposta frente a desafios infecciosos. Assim, a histomorfometria constitui-se em uma excelente ferramenta para mensurar os efeitos do ambiente sobre os tecidos vivos. Isto é confirmado por Donker e Beuving (1989) ao afirmarem que o estresse causa

involução nos órgãos linfóides primários e que os índices morfométricos bursais são bons indicativos de estresse.

1.4 Vitamina C x calor

O termo vitamina C refere-se aos compostos que exibem atividade de L-ácido ascórbico e está presente sob duas formas: ácido ascórbico e ácido deidroascórbico. Sendo normalmente comercializada na forma reduzida, que é o ácido ascórbico (aa) (Faria et al., 2009).

A vitamina C atua como co-fator enzimático em várias reações fundamentais no organismo animal. Ela é de grande importância para a biossíntese do colágeno, síntese e metabolismo de neurotransmissores, está envolvido na manutenção do epitélio da mucosa e da parede dos vasos, participa também da formação dos glóbulos vermelhos do sangue e do controle dos níveis de corticosteróides circulantes.

Aves naturalmente sintetizam vitamina C para o crescimento e metabolismo, a partir da glicose-1-fosfato. Mas essa capacidade não é suficiente sob condições de estresse, principalmente provocado pelo calor ambiente (Furlan; Macari, 2002). Portanto sob condições de estresse, a suplementação de vitamina C pela água de beber ou pela ração pode, em alguns casos, aliviar os efeitos deletérios dos fatores estressantes (Silva et al., 1993).

Considerando que a vitamina C aumenta a degradação de corticosteróides, liberados durante o estresse (Sahin et. al., 2002) e que este hormônio acelera a degradação de proteína corporal (Yunianto et al., 1997) e provoca a morte de células linfóides, pode-se deduzir que a inclusão da vitamina C nas rações de aves sob estresse de calor é uma alternativa nutricional para melhorar o desempenho e a resposta imune das aves nestas condições. Nesse contexto, Mahmoud et al. (2004) encontraram redução dos níveis de corticosteróides em frangos de corte expostos a estresse cíclico por calor (21-30 °C) quando suplementados com Vitamina C (500 mg/Kg) na ração.

Avaliando o efeito da suplementação de vitamina C na ração sobre o desempenho de aves submetidas a altas temperaturas, Vathana et al. (2002) encontraram diferenças no desempenho de frangos de corte mistos de 42 dias submetidos a estresse por calor cíclico, e suplementados com vitamina C na água de bebida. Lohakare et al. (2005) observaram diferenças para ganho de peso, consumo e conversão alimentar de frangos de corte suplementados com doses crescentes de ácido ascórbico na ração. De forma semelhante, Vaz (2006) avaliando o desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade mantidos em ambiente de alta temperatura (32°C),

observou que a suplementação de vitamina C melhorou o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar das aves. Entretanto, Mckee et al. (1997) não verificaram diferenças para ganho de peso e consumo de alimento quando suplementaram a ração com vitamina C de frangos de corte submetidos a estresse por calor (33,8°C).

A suplementação de rações com vitamina C também pode promover um aumento dos níveis de hormônios tireoideanos circulantes resultando no aumento do metabolismo e conseqüente aumento no consumo de ração em aves mantidas sob estresse por calor, melhorando o desempenho. Nesse sentido, foi verificado aumento nas concentrações de T3 e T4 e reduções nas concentrações de corticosterona quando se adicionou vitamina C na ração de frangos de corte estressados por calor (Abdel-Wahab et al., 1975; Sahin et al., 2003).

A vitamina C também pode reduzir o efeito decorrente de altas temperaturas sobre os tecidos viscerais. Sahin et al. (2003) verificaram que a adição de vitamina C (250 mg/kg) em rações melhorou os rendimentos de fígado, coração e moela de frangos sob estresse crônico por calor.

Outro benefício obtido com a suplementação de vitamina C é sobre a função imune de aves estressadas por calor, que foi significativamente melhorada com o aumento nos níveis de vitamina C (Pardue; Thaxton, 1984; Pardue et al., 1985). Sahin et al. (2003) verificaram que a adição de vitamina C (250 mg/kg) em rações para frangos estressados por calor (32°C), resultou em aumento de 17% no peso relativo do baço.

2 Capítulo 1

VITAMINA C NA RAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE EM ESTRESSE POR CALOR CÍCLICO¹

VITAMIN C IN DIETS OF BROILER IN CYCLIC HEAT STRESS

Teixeira, M.P.F.², M.L.T. Abreu², S.N.O. Almendra², I.A. Silva², S.R.G. Silva², M.C.M. Silva², J.B. Lopes²

¹ Pesquisa financiada pelo CNPq

² Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Campus Universitario Socopo, CEP: 64049-550, Teresina, PI - Brasil. E-mail: teixeirampf@hotmail.com

Resumo: Foi avaliado o efeito da adição de vitamina C na ração sobre o desempenho e rendimento de carcaça e cortes nobres de frangos de corte de 1 a 45 dias de idade, sob estresse cíclico por calor. Foram utilizados 400 frangos de corte machos, da linhagem Cobb, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0; 100; 200; 300; 400 ppm de vitamina C), quatro repetições e vinte aves por repetição. Durante o período experimental a média de temperatura máxima registrada foi de $35,4 \pm 2,1$ e a mínima de $26,3 \pm 2,3$. No período de 1 a 21 dias de idade os tratamentos influenciaram o ganho de peso e o consumo de vitamina C, entretanto, não se observou efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração e a conversão alimentar das aves submetidas a altas temperaturas, na fase de 1 a 21 dias. Considerando a fase total (1 a 45 dias), verificou-se que os tratamentos não influenciaram o ganho de peso e o consumo de ração das aves, influenciando de forma quadrática a conversão alimentar e de forma linear o consumo de vitamina C, que melhorou até o nível estimado de 206,19 ppm de vitamina C na ração. Os níveis de vitamina C suplementados influenciaram os rendimentos de carcaça e sobrecoxa, porém os tratamentos não afetaram o rendimento de peito e coxa dos frangos de corte submetidos a altas temperaturas. A suplementação da ração com vitamina C para frangos de corte, estressados por calor, melhora o ganho de peso e a conversão alimentar de frangos de corte, nos períodos de 1 a 21 dias e de 1 a 45 dias, respectivamente, e os rendimentos de carcaça e de sobrecoxa aos 45 dias de idade.

Palavras chave: avicultura, estresse térmico, ácido ascórbico, desempenho

Abstract: The effect of adding vitamin C in the diet on performance and carcass and prime cuts of broilers from 1 to 45 days old under cyclic heat stress was evaluated. For this, we used 400 male broilers from Cobb line distributed in a completely randomized design with five treatments (0, 100, 200, 300, 400 ppm of vitamin C), four repetitions with twenty broilers in each one of them. During the experimental period, the maximum and minimum temperatures means registered was 35.4 ± 2.1 and 26.3 ± 2.3 , respectively. The treatments affected weight gain and intake of vitamin C of 1-21 days of age broilers, however, there was no effect of treatment on feed intake and feed conversion on animals exposed to high temperatures. Considering the total phase (1-45 days), the treatment did not affect weight gain and feed intake of broilers, influencing quadratically the feed conversion and linear the intake of vitamin C, which increased until the estimated level of Vitamin C 206.19 ppm on feed. The levels of vitamin C supplementation influenced the carcass and drumstick, although the treatments did not affect the productivity of chest and thigh of broilers at high temperatures. The supplementation with vitamin C for broiler stressed by heat improved weight gain and feed conversion in broiler chickens in 1-21 days and 1-45 days periods, respectively, and carcass and thigh at 45 days old.

Key Words: poultry, heat stress, ascorbic acid, performance

Introdução

Aves criadas sob temperaturas elevadas reduzem o consumo alimentar, a eficiência digestiva e o ganho de peso, influenciando assim negativamente o desempenho das mesmas. Ao mesmo tempo, quando em estresse, as aves elevam os níveis de corticosterona no plasma sanguíneo, ocasionando alterações no *turnover* protéico, elevando a taxa de degradação da proteína muscular (Yunianto et al., 1997).

Alguns métodos estão disponíveis para aliviar os efeitos das altas temperaturas no desempenho das aves, sendo que a manipulação de rações com nutrientes funcionais tem sido alvo de várias pesquisas com o propósito de melhorar o desempenho das mesmas durante os meses quentes do ano (Sahin & Kucuk, 2001), já que as modificações ambientais necessárias para tornar o ambiente confortável para esses animais, podem ter custo elevado.

Altas temperaturas também dificultam a absorção e a síntese de vitamina C, aumentando a exigência desta nas rações das aves (Silva et al. 1993). Além disso, a vitamina C apresenta ação antioxidante e proporciona redução da concentração plasmáticas de corticosterona (Sahin et. al., 2003).

Sendo assim, sob condições de estresse, a suplementação de vitamina C pela água de beber ou pela ração pode em alguns casos aliviar os efeitos deletérios decorrentes do estresse calórico.

Dessa forma, realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar o efeito da adição de vitamina C na ração sobre o desempenho e rendimento de carcaça e cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa) de frangos de corte de 1 a 45 dias de idade, mantidos em ambiente de alta temperatura, sob estresse cíclico.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí (CCA/UFPI), no período de novembro a dezembro de 2009. Foram utilizados 400 frangos de corte machos, da linhagem Cobb, no período de 1 a 45 dias de idade, vacinados contra as doenças de Marek e Boubá aviária. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, quatro repetições e 20 aves por repetição.

As aves receberam uma ração basal de crescimento até os 21 dias de idade e, posteriormente, uma ração de terminação dos 22 aos 45 dias de idade (Tabelas I e II), as rações foram compostas de milho, farelo de soja, DL-metionina, minerais e vitaminas, formuladas para atender as exigências das aves, segundo recomendações de Rostagno et al. (2000), suplementadas com 0; 100; 200; 300; 400 ppm de ácido ascórbico, em substituição ao caulim. Os animais receberam água e ração à vontade.

O consumo de ração aos 21 e 45 dias de idade foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras das rações experimentais. Para determinar o ganho de peso, as aves foram pesadas no início e no final de cada fase de crescimento. A partir dos dados de consumo de ração e de ganho de peso, foi calculado a conversão alimentar dos animais nas duas fases.

As aves foram alojadas em boxes de 3 m², dotados de comedouros tubulares e bebedouros pendulares, localizados em galpão de alvenaria coberto de telhas de cerâmica e piso cimentado. As divisórias entre os boxes eram constituídas de tela de arame liso. Para o controle da temperatura e correntes de ar utilizou-se ventiladores e cortinas.

O monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar do galpão foi realizado por meio de termômetros de máxima e mínima, bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro, mantidos no centro do galpão. As leituras dos termômetros foram realizadas diariamente, três vezes ao dia (07, 12 e 17 horas), durante todo o período experimental. Esses dados foram, posteriormente, convertidos em Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), conforme proposto por Buffington et al. (1981), em que $ITGU = 0,72 (T_{bu} + T_{gn}) + 40,6$ (onde: T_{bu} = Temperatura de bulbo úmido em °C; T_{gn} = Temperatura de globo negro em °C). O programa de luz adotado foi o contínuo (24 horas de luz natural+artificial) utilizando lâmpadas incandescentes de 75 W.

Aos 45 dias de idade os animais foram pesados e três animais mais próximos da média de peso das aves do boxe, foram colocados em jejum alimentar de 24 horas. Em seguida, foram abatidos para avaliar o rendimento de carcaça e de cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa).

As análises estatísticas das variáveis estudadas foram realizadas utilizando-se o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa – UFV (2003). A estimativa do melhor nível de adição de vitamina C foi estabelecida por meio de modelos de regressão polinomial.

Resultados e Discussão

As médias de temperaturas registradas no interior do galpão apresentaram máxima de $35,4 \pm 2,1$ e mínima de $26,3 \pm 2,3$; umidade relativa de $55,8 \pm 7,1$ e Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) de 80,6, para os períodos de 1 a 21 dias, e para o período de 1 a 45 dias a média de temperatura máxima foi de $35,1 \pm 2,1$ e a mínima de $25,9 \pm 1,9$; umidade relativa de $57,4 \pm 8,0$ e ITGU de 80,2, caracterizando um ambiente de estresse por calor cíclico, podendo a variação de temperatura ser observada nas figuras 1 e 2. Medeiros et al. (2005), verificaram que o ITGU entre 69 e 77 apresenta maior produtividade e melhores parâmetros zootécnicos.

No período de 1 a 21 dias de idade os tratamentos influenciaram o ganho de peso (GP) ($P < 0,05$), que aumentou de forma linear, segundo a equação: $\hat{y} = 0,691 + 0,827x \cdot 10^{-4}x$ ($r^2 = 0,70$), conforme apresentado na Tabela III. Concordando com os de Vaz (2006) que, suplementando as rações com os mesmos níveis de vitamina C deste estudo, também, verificou aumento linear ($P < 0,09$) no GP de aves submetidas ao estresse crônico por calor. Da mesma forma, Sahin et al. (2003) observaram melhora significativa ($P < 0,01$) no GP dos frangos de corte, mantidos sob estresse crônico por calor, no período de 1 a 21 dias de idade, ao fornecerem 250 ppm de vitamina C na ração. O aumento no GP de frangos de corte, também, foi verificado por Lohakare et al. (2005), quando adicionaram 200 ppm de vitamina C na ração das aves até a terceira semana de vida.

Os dados de GP diferem dos encontrados por Souza (2007), que não observou melhora desse parâmetro, quando avaliou o efeito da adição de 115 e 230 ppm de vitamina C na ração de frangos de corte sob exposição crônica ao calor até os 21 dias de idade.

Trabalhando com frangos de corte, estressados por calor crônico ($33,3^\circ\text{C}$), Vaz et al. (2009) encontraram ganho de peso das aves inferior aos verificados neste estudo. Estes resultados podem justificados pelo maior consumo das aves nas horas frescas da noite e pela ação anti-estressante da vitamina C.

Não se observou efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração (CR) e a conversão alimentar (CA) das aves submetidas a altas temperaturas, na fase de 1 a 21 dias (Tabela III). O mesmo resultado foi relatado por Vaz (2006), quando avaliou o efeito da adição de vitamina C em frangos de corte estressados por calor. Entretanto, Sahin et al. (2003), trabalhando com frangos de corte aos 21 dias de idade criados em temperatura elevadas (32°C), observaram aumento no consumo de ração e melhora na conversão alimentar quando esses animais receberam 250 ppm de vitamina C na ração.

O aumento linear ($P < 0,01$) do consumo de vitamina C em função de sua concentração nas rações, segundo a equação: $\hat{y} = -4,8671 + 1,2096x$ ($r^2 = 0,99$), pode ser atribuído ao fato de que o consumo de ração não foi alterado pelos tratamentos.

Considerando a fase total (1 a 45 dias), verificou-se que os tratamentos não influenciaram o GP e o CR das aves (Tabela III). Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Souza (2007) e Puron & Santamaria (1994), onde observaram que a suplementação das rações com ácido ascórbico não melhorou o GP e o CR dos frangos de corte submetidos a condições de estresse térmico. Stilborn et al. (1988) também não relataram diferenças para ganho de peso e conversão alimentar em frangos de corte de 28 a 42 dias de idade sob estresse por calor cíclico ($24-35^\circ\text{C}$) e suplementados com diferentes níveis de ácido ascórbico na ração.

De forma contrária aos dados de GP e CR encontrados neste estudo, Sahin & Küçük (2003), trabalhando com frangos de corte e codornas japonesas desafiados pelo calor verificaram aumento no GP e no CR, quando esses animais receberam rações suplementadas com vitamina C. Da mesma forma, Vaz (2006) observou comportamento linear para o GP ($P < 0,02$) e, quadrático, para o CR ($P < 0,10$) dos frangos na fase total.

Porém, os tratamentos influenciaram de forma quadrática ($P < 0,07$) a CA, segundo a equação: $\hat{y} = 2,013 - 0,0012x + 0,291x \cdot 10^{-5}x^2$ ($r^2 = 0,86$), que melhorou até o nível estimado de 206,19 ppm de vitamina C na ração (Fig. 3), confirmando os resultados descritos por Sahin & Küçük (2003), que trabalhando com frangos de corte até os 42 dias e codornas japonesas, ambos desafiados por calor, observaram melhora na conversão alimentar das aves em função da suplementação de vitamina C na rações. Vathana et al. (2002), suplementando a água de bebida com vitamina C, encontraram diferenças no desempenho de frangos de corte mistos de 42 dias submetidos a estresse por calor cíclico.

Resultado semelhante foi obtido por Vaz (2006), que, também, verificou influência quadrática ($P < 0,10$) dos tratamentos sobre a CA dos frangos aos 42 dias, melhorando até o nível estimado de 227 ppm. Assim como, Kutlu & Forbes (1993), que observaram melhora na conversão alimentar de frangos de corte estressados por calor (36°C) recebendo rações suplementadas com 250 e 270 ppm de vitamina C, respectivamente. Porém, Lohakare et al. (2005) não obtiveram melhora na CA de frangos de corte com seis semanas de idade alimentados com rações suplementadas com 200 ppm de vitamina C.

Segundo Ain Baziz et al. (1996) parte da redução do ganho de peso corporal das aves expostas ao calor ocorre em razão do desvio de parte da energia metabolizável ingerida para a dissipação de calor corporal por evaporação, prejudicando a conversão alimentar. Dessa forma o resultado encontrado para CA evidencia a atividade anti-estresse da vitamina C.

O consumo de vitamina C aumentou ($P < 0,01$) de forma linear, sendo justificado pelo consumo de ração, que não foi alterado pelos tratamentos, podendo ser representado pela equação: $\hat{y} = 0,6681 + 4,4223x$ ($r^2 = 0,99$).

Os níveis de vitamina C suplementados influenciaram os rendimento de carcaça e de sobrecoxa, que aumentaram de forma linear ($P < 0,01$), segundo as equações: $\hat{y} = 80,28 + 0,50 \times 10^{-2}x$ ($r^2 = 0,96$) e $\hat{y} = 12,45 + 0,45 \times 10^{-2}x$ ($r^2 = 0,93$), respectivamente, porém os tratamentos não afetaram o rendimento de peito e coxa dos frangos de corte submetidos a altas temperaturas (Tabela IV). Já, Vaz (2006) e Souza (2007) relataram não haver efeito da suplementação da ração com vitamina C sobre o rendimento de carcaça e de sobrecoxa das aves aos 42 dias de idade. No entanto, Vaz (2006) observou aumento linear nos pesos absoluto de peito ($P < 0,04$) e coxa ($P < 0,01$). Sahin et al. (2003), também verificaram efeito positivo da suplementação de vitamina C na ração sobre o peso de cortes nobres de frangos de corte expostos ao calor.

Considerando que a síntese de vitamina C é prejudicada em aves criadas sob altas temperaturas (Sahin et al., 2003) e que esta vitamina apresenta ação antioxidante, maneira efetiva de aliviar os efeitos adversos do calor sobre a produção avícola, além de elevar a degradação e diminuir a síntese de glicocorticóides, também pode promover um aumento dos níveis de hormônios tireoideanos circulantes. A melhora obtida no desempenho e no rendimento de carcaça e de sobrecoxa, indicam que a suplementação com vitamina C amenizou os efeitos negativos decorrentes do estresse por calor sobre as aves.

Conclusões

A suplementação da ração com 400 ppm e com 206, 19 ppm de vitamina C para frangos de corte, estressados por calor cíclico, melhora o ganho de peso e a conversão alimentar, nos períodos de 1 a 21 dias e de 1 a 45 dias, respectivamente.

A suplementação da ração com 400 ppm de vitamina C para frangos de corte, estressados por calor cíclico, melhora o rendimento de carcaça e sobrecoxa aos 45 dias.

Bibliografia

Ain Baziz, H. A.; P.A. Geraert.; J.C.F. Padilha. et al. 1996. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. **Poultry Science**, 75:505-513.

Buffington, D.E.; A. Colazzo-Arocho.; G.H. Canton, et al. 1981. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**. 24:711-714.

- Kutlu, H.R. and J.M. Forbes. 1993. Changes in growth and blood parameters in heat-stressed broiler chicks in response to dietary ascorbic acid. **Livestock Production Science**, 36:335-350.
- Lohakare, J.D.; M.H. Ryu.; T.W. Hahn, et al. 2005. Effects of Supplemental Ascorbic Acid on the Performance and Immunity of Commercial Broilers. **J. Appl. Poult. Res.**, 14:10-19.
- Medeiros, C.M.; F.C. Baêta.; R.F.M. Oliveira. et al. 2005. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, 13:277-286.
- Puron, D. and R. Santamaria. 1994. Effects of Sodium Bicarbonate, Acetylsalicylic, and Ascorbic Acid on Broiler Performance in a Tropical Environment. **J. Appl. Poult. Res.**, 3:141-145.
- Rostagno, H.S.; L.F.T Albino.; J.L. Donzele, et al. 2000. **Composição de alimentos e exigências nutricionais** (Tabelas Brasileiras para aves e suínos). Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 141p.
- Sahin, K.; N. Sahin.; O.Küçük. 2003..Effects of chromium and ascorbic acid supplementation on growth, carcass traits, serum metabolites, and antioxidant status of broiler chickens reared at a high environmental temperature (32°C). **Nutrition Research**, 23:225-238.
- Sahin, K.and O. Küçük. 2003. Heat stress and dietary vitamin supplementation of poultry diets. **Nutrition Abstracts and Reviews. Series B: Livestock Feeds and Feeding**, 73:41-50.
- Sahin, K.and O.Kucuk. 2001. Effects of vitamin E and selenium on performance, digestibility of nutrients, and carcass characteristics of Japanese quails reared under heat stress (34°C). **J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.**, 85:342-348.
- Silva, R.D.M. ; J.F.M. Menten.; M.K. Cardoso. 1993.Suplementação de vitamina C associada à densidade de criação no desempenho de frangos de corte. **Sci. agric.**, 50(3): 490-497.
- Souza, M. G. 2007. **Utilização das vitaminas C e E na ração de frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura**. 2007. 50f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Stilborn, H.L.; G.C. Harris; W.G. Pottje., et al. 1988. Ascorbic acid and acetylicylic acid (aspirin) in the diets for broilers maintained under heat stress conditions. **Poultry Science**,.67:1183-1187.
- Universidade Federal De Viçosa - UFV. 2003. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Manual do usuário. Versão 8.1, Viçosa,. 301 p.
- Vathana, S.: K. Kang,; C. P. Loan, et al. 2002. Effect of vitamin C supplementation on performance of broiler chickens in Cambodia. **In: CONFERENCE ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH FOR DEVELOPMENT, 2002, Deutscher Tropentag. Proceedings...** Witzhausen., p.72-78.
- Vaz, R. G. M. V. 2006. **Nutrientes funcionais em rações de frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura**. 2006. 48f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Vaz, R.G.M.V.; R.F.M. Oliveira; J.L. Donzele, et al. 2009. Níveis de cromo orgânico em rações para frangos de corte mantidos sob estresse por calor no período de um a 42 dias de idade. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, 61:484-490.

Yunianto, V.D.; K. Hayashi; A. Kaneda, et al. 1997. Effect of environmental temperature on muscle protein turnover and heat production in tube-fed broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, 77:897-909.

Tabelas e figuras

Tabela I - Composição da ração basal, para frangos de corte na fase de crescimento (1 a 21 dias)

Ingredientes (%)	Níveis de Vitamina C (ppm)				
	0	100	200	300	400
Milho	59,649	59,649	59,649	59,649	59,649
Farelo de soja (45% PB)	34,139	34,139	34,139	34,139	34,139
Óleo de soja	1,820	1 820	1,820	1,820	1,820
Fosfato bicálcico	1,823	1,823	1,823	1,823	1,823
Calcário	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991
Sal	0,455	0,455	0,455	0,455	0,455
DL-Metionina (98%)	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081
L-Lisina-HCl (78%)	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204
Caulim	0,200	0,190	0,180	0,170	0,160
Cloreto de Colina	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento vitamínico mineral ¹	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Vitamina C ²	0,000	0,010	0,020	0,030	0,040
Salinomicina ³	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada⁴					
Proteína bruta (%)	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000
EM (kcal/kg)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Lisina total (%)	1,258	1,258	1,258	1,258	1,258
Lisina digestível (%)	1,143	1,143	1,143	1,143	1,143
Metionina + cistina digestível (%)	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807
Treonina digestível (%)	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700
Triptofano digestível (%)	0,232	0,232	0,232	0,232	0,232
Cálcio (%)	0,960	0,960	0,960	0,960	0,960
Fósforo disponível (%)	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450
Fósforo total (%)	0,682	0,682	0,682	0,682	0,682
Sódio (%)	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222

¹ Níveis de garantia do produto: ácido fólico – 100 mg; antioxidante – 125 mg; Cu – 15.000 mg; coccidiostático – 25.000 mg; colina – 50.000 mg; Fe – 10.000 mg; I – 250 mg, Mn – 24.000 mg; metionina – 307.000mg; niacina – 20.000 mg; pantotenato de cálcio – 2.000 mg; Se – 50 mg; veículo O. S. P. – 1.000 mg; vit. A – 300.000 UI/Kg; vit. B1 – 400 mg; vit. B12 – 4.000 mcg; vit. B2 – 1.320 mg; vit. D3 – 100 UI/Kg; vit. E – 4.000 UI/Kg; vit. K – 98 mg; Zn – 20.000 mg; promotor de crescimento – 10.000 mg.

² Ácido Ascórbico

³ Coxistac 12%.

⁴ Segundo Rostagno et al. (2000).

Tabela II - Composição da ração basal, para frangos de corte na fase final (22 a 45 dias)

Ingredientes (%)	Níveis de Vitamina C (ppm)				
	0	100	200	300	400
Milho	63,658	63,658	63,658	63,658	63,658
Farelo de soja (45% PB)	29,646	29,646	29,646	29,646	29,646
Óleo de soja	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529
Fosfato bicálcico	1,614	1,614	1,614	1,614	1,614
Calcário	0,937	0,937	0,937	0,937	0,937
Sal comum	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385
DL-Metionina (98%)	0,138	0,138	0,138	0,138	0,138
L-Lisina-HCl (78%)	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214
Caulim	0,200	0,190	0,180	0,170	0,160
Cloreto de Colina	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Suplemento vitamínico mineral ¹	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Vitamina C ²	0,000	0,010	0,020	0,030	0,040
Salinomicina ³	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada⁴					
Proteína bruta (%)	19,300	19,300	19,300	19,300	19,300
EM (kcal/kg)	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
Lisina total (%)	1,151	1,151	1,151	1,151	1,151
Lisina digestível (%)	1,045	1,045	1,045	1,045	1,045
Metionina + cistina digestível (%)	0,741	0,741	0,741	0,741	0,741
Treonina digestível (%)	0,640	0,640	0,640	0,640	0,640
Triptofano digestível (%)	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208
Cálcio (%)	0,874	0,874	0,874	0,874	0,874
Fósforo disponível (%)	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406
Fósforo total (%)	0,627	0,627	0,627	0,627	0,627
Sódio (%)	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192

¹ Níveis de garantia do produto: ácido fólico – 100 mg; antioxidante – 125 mg; Cu – 15.000 mg; coccidiostático – 12.000 mg; Fe – 10.000 mg; I – 250 mg; Mn – 24.000 mg; metionina – 135.000 mg; niacina – 20.000 mg; pantotenato de cálcio – 2.000 mg; Se – 50 mg; veículo Q. S. P. – 1.000 mg; vit. A – 300.000 UI/Kg; vit. B1 – 400 mg; vit. B12 – 4.000 mcg; vit. B2 – 720 mg; vit. D3 – 100.000 UI/Kg; vit. E – 400 UI/Kg; vit. K – 98 mg; Zn – 20.000 mg; promotor de crescimento – 10.000 mg.

² Ácido Ascórbico

³ Coxistac 12%.

⁴ Segundo Rostagno et al. (2000).

Tabela III- Desempenho de frangos de corte de 1 a 45 dias de idade, mantidos em ambiente de alta temperatura e recebendo ração suplementada com diferentes níveis de vitamina C

Variáveis	Níveis de Vitamina C (ppm)					CV%
	0	100	200	300	400	
<i>1 a 21 dias de idade</i>						
CR (kg)	1,11	1,19	1,17	1,11	1,20	6,90
GP ¹ (kg)	0,68	0,70	0,71	0,72	0,71	2,90
CA	1,63	1,71	1,64	1,54	1,69	8,30
C vit C ^{2*} (mg)	0,00	119,72	233,25	335,24	497,03	10, 098
<i>1 a 45 dias de idade</i>						
CR (kg)	4,61	4,45	4,46	4,37	4,53	4,90
GP (kg)	2,30	2,30	2,33	2,32	2,25	5,70
CA ³	2,00	1,93	1,91	1,88	2,01	5,03
C vit C ^{*2} (mg)	0,00	445,24	891,63	1310,02	1778,78	7, 237

^{1,2} Efeito linear (P<0,05); (P<0,01), respectivamente.

³ Efeito quadrático (P<0,07).

* Consumo de vitamina C

Tabela IV - Rendimento de carcaça e de cortes nobres de frangos de corte aos 45 dias de idade, mantidos em ambiente de alta temperatura e recebendo ração suplementada com diferentes níveis de vitamina C

Variáveis	Níveis de Vitamina C (ppm)					CV%
	0	100	200	300	400	
<i>Variáveis da Carcaça</i>						
Rendimento de Carcaça ¹ (%)	80,35	80,47	81,51	81,97	82,08	0,73
Peito (%)	31,43	31,73	32,38	29,98	30,73	4,07
Coxa (%)	13,21	12,48	12,12	12,22	12,17	4,71
Sobrecoxa ¹ (%)	12,07	13,03	13,85	13,86	13,91	5,29

¹Efeito linear (P<0,01).

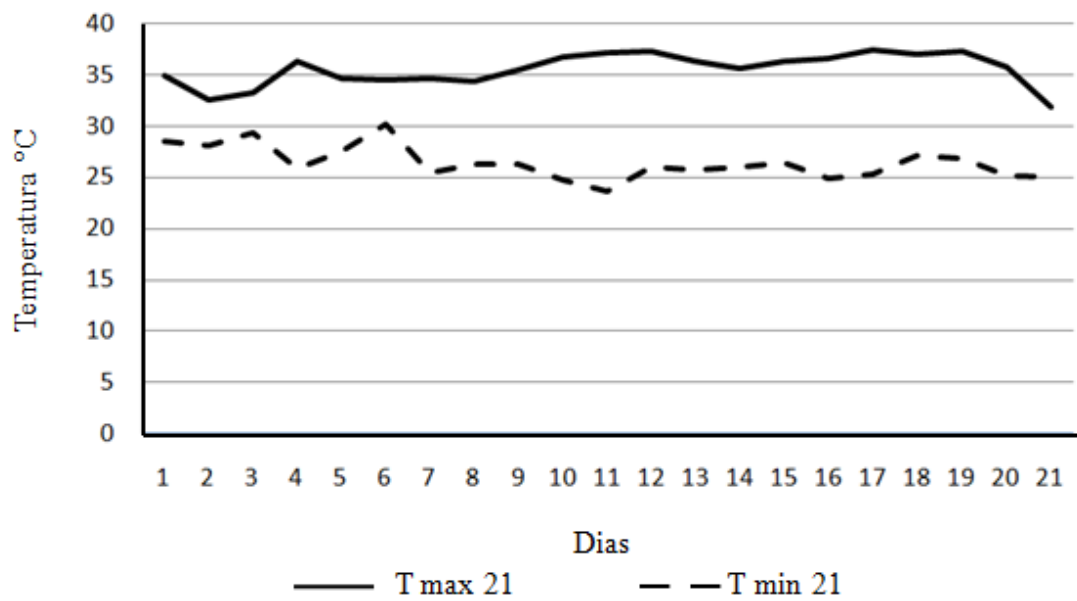


Figura 1- Representação gráfica da variação de temperatura no interior do galpão de criação de frangos de corte de 1 a 21 dias recebendo ração com diferentes níveis de vitamina C.

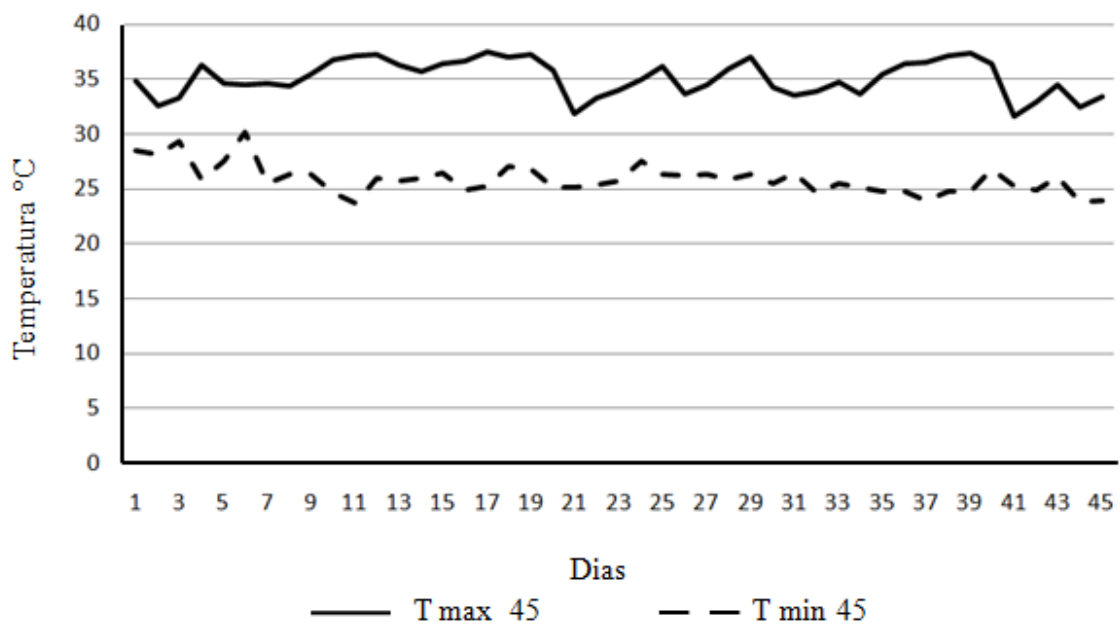


Figura 2- Representação gráfica da variação de temperatura no interior do galpão de criação de frangos de corte de 1 a 45 dias recebendo ração com diferentes níveis de vitamina C.

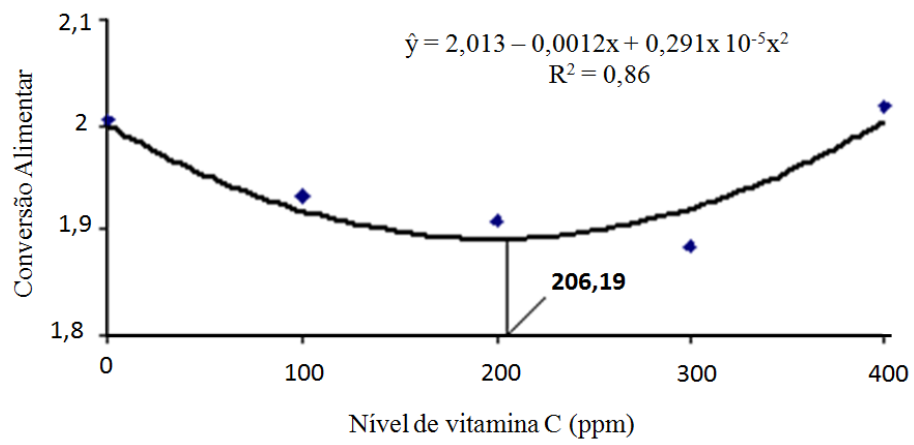


Figura 3- Conversão alimentar de frangos de corte de 1 a 45 dias mantidos em ambiente de alta temperatura recebendo ração com diferentes níveis de vitamina C.

3 Capítulo 2

1 **Biometria de órgãos digestivos e linfóides e histomorfometria da bolsa cloacal de frangos de**
2 **corte estressados por calor cíclico, suplementados com vitamina C¹**

3 Biometry of digestive and lymphoid organs and histomorphometry of cloacal bursa of
4 broiler stressed by cyclic heat supplemented with vitamin C

5 M. P. F. Teixeira^{*2}, M. L. T. Abreu*, S. N. O. Almendra*, J. F. V. Braga*, A. B. G. Leal*,
6 S. M. M. S. Silva*, J. B. Lopes*

7 ^{*} Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Campus Universitario Socopo,
8 CEP: 64049-550, Teresina, PI - Brasil

9
10 **RESUMO:** Objetivou-se avaliar o efeito da adição de vitamina C na ração sobre a biometria de
11 órgãos dos sistemas digestório e linfóide e histomorfometria da bolsa cloacal de frangos de corte
12 estressados por calor. Foram utilizados 400 frangos de corte machos, da linhagem Cobb, no
13 período de 1 a 45 dias de idade. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente
14 casualizado, com cinco tratamentos (0; 100; 200; 300; 400 ppm de vitamina C) e quatro
15 repetições. O experimento foi dividido em duas fases: de 1 a 21 e de 22 a 45 dias de idade, com
16 20 e 15 aves por unidade experimental, em cada fase, respectivamente. Ao final da primeira fase
17 duas aves de cada repetição foram abatidas e os órgãos linfóides (baço, bolsa cloacal e timo)
18 foram coletados e pesados para a determinação do peso absoluto e relativo. A histomorfometria
19 das bolsas cloacais foram analisadas sob microscopia de luz. Aos 45 dias de idade foram
20 determinados o peso médio das aves e o rendimento dos órgãos linfóides, digestivos e do
21 coração, bem como foi avaliado o parênquima cortical e medular da bolsa cloacal. Durante o
22 período experimental a média de temperatura máxima registrada foi de $35,4 \pm 2,1$ e a mínima de
23 $26,3 \pm 2,3$. Não se observou efeito dos tratamentos sobre as variáveis estudadas. A
24 suplementação da ração com vitamina C para frangos de corte estressados por calor não tem
25 efeito sobre o peso corporal e pesos absoluto e relativo de órgãos linfóides, digestivos e coração
26 de frangos de corte, além de não influenciar parâmetros histomorfometria da bolsa cloacal de
27 frangos de corte estressados por calor.

28
29 **Palavras chaves:** Avicultura, nutriente funcional, órgão linfóide

30
31
¹ Pesquisa financiada pelo CNPq

² Autor para correspondência: teixeirampf@hotmail.com

32 **Abstract:** The objective was to evaluate the effect of adding vitamin C on digestive and
33 lymphoid organs biometry and histomorphometry of the cloacal bursa of broiler chickens
34 stressed by heat. We used 400 male broilers, Cobb line, from 1 to 45 days old. The experiment
35 design used was the completely randomized with five treatments (0, 100, 200, 300, 400 ppm of
36 vitamin C) and four repetitions. The experiment was divided into two phases: 1 to 21 and 22 to
37 45 days of age, with 20 and 15 broilers per experimental unit at each stage, respectively. At the
38 end of first phase, two broilers per repetition were euthanized and lymphoid organs (spleen,
39 thymus and cloacal bursa) were collected and weighed to determinate relative and absolute
40 weight. The histomorphometry of bursa were analyzed under light microscopy. At 45 days of
41 age, the medium weight of broilers and lymphoid, digestive and heart organs yields were
42 determined, and also evaluated cortical and medullar parenchyma of the cloacal bursa. There was
43 no effect of treatments on these variables. Supplementation with vitamin C for broilers under
44 heat stress has no effect on body weight and absolute and relative weights of lymphoid and
45 digestive organs and heart, and did not influenced histomorphometric parameters of cloacal
46 bursa of court broilers stressed by heat.

47

48 **Keywords:** Poultry, functional nutrients, lymphoid organs

49

50

INTRODUÇÃO

51 A avicultura de corte vem ganhando posição de destaque entre os segmentos da pecuária
52 mundial, e um dos grandes responsáveis por essa evolução é o melhoramento genético. Porém, o
53 frango de corte atual tem pouca capacidade de resposta imunológica a situações estressantes.

54 Muitas produções de frango no mundo estão situadas em locais onde o estresse causado
55 por altas temperaturas limita o desempenho e aumenta a sensibilidade a doenças, e esse problema
56 muitas vezes não é totalmente eliminado através de práticas de manejo, já que altos custos com
57 equipamentos podem restringir essa atividade.

58 Aves criadas sob temperaturas elevadas reduzem o consumo alimentar, a eficiência
59 digestiva e o ganho de peso, influenciando assim negativamente o desempenho das mesmas.
60 Também podem apresentar peso de órgãos reduzidos, na tentativa de reduzir a produção de calor
61 corporal (Oliveira Neto et al., 2000). Ao mesmo tempo, quando em estresse as aves têm seu

62 sistema imunológico suprimido, em consequência da depleção de linfócitos imaturos,
63 principalmente da bolsa cloacal, devido à intensificação da apoptose (Cifone et al., 1999). Isso é
64 justificado pelos elevados níveis de corticosterona no plasma sanguíneo, decorrentes do estresse,
65 ocasionando involução do tecido linfóide e, conseqüentemente, supressão imunológica (Rosales
66 et al., 1989). Além disso, esse hormônio pode exercer uma importante função no controle do
67 *turnover* protéico, elevando a taxa de degradação da proteína muscular (Yunianto et al., 1997).

68 A maioria dos estudos envolvendo estresse por calor foram conduzidos em condições de
69 estresse crônico. Porém, em condições naturais, o calor ocorre de forma cíclica, existindo uma
70 variação na temperatura ao longo do dia, com um período de temperaturas mais amenas e outro
71 com temperaturas mais elevadas, e os trabalhos realizados mostram que o desempenho das aves
72 é afetado de forma diferente (Harris et al., 1974; Yahav, 1999; Temim et al., 2000). E conforme
73 Laganá et al. (2005), mesmo em condições de estresse por calor cíclico, pode ocorrer involução
74 do sistema linfático.

75 Diante dessa situação, fica evidente a necessidade de se avaliar alternativas que minimizem
76 o impacto do calor na criação de frangos de corte. Entre as alternativas disponíveis, destaca-se o
77 manejo nutricional.

78 Com relação à vitamina C, tem sido relatado que a sua síntese é insuficiente sob condições
79 de estresse. Considerando ainda que essa vitamina aumenta a degradação de corticosteróides,
80 liberados durante o estresse (Sahin et. al., 2003) e que este hormônio acelera a degradação de
81 proteína corporal, pode-se deduzir que a inclusão da vitamina C nas rações de aves sob estresse
82 de calor é uma alternativa nutricional para melhorar o desempenho das aves nestas condições.

83 Nesse contexto, esse trabalho foi realizado para avaliar os efeitos da suplementação de
84 vitamina C na ração sobre a biometria do coração e de órgãos digestivos e linfóides, além da
85 histomorfometria da bolsa cloacal de frangos de corte estressados por calor.

86

87

MATERIAL E MÉTODOS

88

89 O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do
90 Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí (CCA/UFPI), no período de
91 novembro a dezembro de 2009. Foram utilizados 400 frangos de corte machos, da linhagem
92 Cobb, no período de 1 a 45 dias de idade, vacinados contra as doenças de Marek e
93 Bouda aviária. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com
94 cinco tratamentos, quatro repetições e 20 aves por repetição.

95 As aves receberam uma ração basal de crescimento até os 21 dias de idade e,
96 posteriormente, uma ração de terminação dos 22 aos 45 dias de idade (Tabelas 1 e 2), as rações
97 foram compostas de milho, farelo de soja, DL-metionina, minerais e vitaminas, formuladas para
98 atender as exigências das aves, segundo recomendações de Rostagno et al. (2000),
99 suplementadas com 0; 100; 200; 300; 400 ppm de ácido ascórbico, em substituição ao caulim. Os
100 animais receberam água e ração à vontade.

101 As aves foram alojadas em boxes de 3 m², dotados de comedouros tubulares e bebedouros
102 pendulares, localizados em galpão de alvenaria coberto de telhas de cerâmica e piso cimentado.
103 As divisórias entre os boxes eram constituídas de tela de arame liso. Para o controle da
104 temperatura e correntes de ar utilizou-se ventiladores e cortinas.

105 O monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar do galpão foi realizado por meio
106 de termômetros de máxima e mínima, bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro, mantidos no
107 centro do galpão. As leituras dos termômetros foram realizadas diariamente, três vezes ao dia
108 (07, 12 e 17 horas), durante todo o período experimental. Esses dados foram, posteriormente,
109 convertidos em Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), conforme proposto por
110 Buffington et al. (1981), em que $ITGU = 0,72 (T_{bu} + T_{gn}) + 40,6$ (onde: T_{bu} = Temperatura de
111 bulbo úmido em °C; T_{gn} = Temperatura de globo negro em °C). O programa de luz adotado foi o
112 contínuo (24 horas de luz natural+artificial) utilizando lâmpadas incandescentes de 75 W.

113 No 21º dia, todas as aves foram pesadas e o experimento ficou com 300 aves, cinco
114 tratamentos, quatro repetições e quinze aves por repetição. Das cinco aves descartadas, as duas
115 mais próximas da média de peso das aves foram abatidas, evisceradas e pesadas com penas, após
116 um jejum de 24 horas.

117 Durante o abate os órgãos linfóides (baço, bolsa cloacal e timo) foram coletados, secos em
118 papel toalha e pesados em balança analítica de precisão, para a determinação do peso absoluto e
119 relativo, sendo que este último foi calculado em função do peso vivo da ave em jejum (Pope,
120 1991).

121 Posteriormente, as bolsas cloacais foram destinadas ao Laboratório de Patologia animal da
122 Universidade Federal do Piauí, sendo fixadas em formol a 10% neutro tamponado, desidratadas
123 em passagens sucessivas no álcool etílico em concentrações crescentes, diafanizadas em xilol,
124 infiltradas e incluídas em parafina. Em seguida, foram submetidas à microtomia, obtendo-se
125 cortes histológicos com espessura de 5 µm, que foram corados pela hematoxilina-eosina (Luna,
126 1968).

127 A porcentagem do córtex do folículo linfóide bursal foi determinada através de um
128 analisador de imagem computadorizado (Leica Qwin D-1000, versão 4.1, Cambridge, UK) sob
129 aumento de 100X. Para isso foram utilizados 10 folículos bursais completos, de modo que o
130 corte passava pela região central (Muniz et al., 2006). Os folículos selecionados foram
131 circundados por uma linha obtendo-se a área folicular total. Em seguida foi delimitada a
132 porção medular do mesmo folículo, passando uma linha sobre a membrana basal que dividia as
133 duas áreas foliculares. Dessa forma, foi possível calcular a porcentagem de córtex folicular e a
134 relação entre a área cortical e medular, subtraindo-se a área medular da área total de cada
135 folículo.

136 No 45º dia, todos os animais foram pesados e os dois mais próximos da média de peso
137 das aves do boxe, foram colocados em jejum alimentar de 24 horas. Em seguida, foram abatidos
138 para avaliar o rendimento absoluto (g) e relativo (%) dos órgãos linfóides, digestivos e do

139 coração, bem como para avaliar o parênquima cortical e medular da bolsa cloacal, conforme
140 descrito anteriormente para os animais de 21 dias.

141 As análises estatísticas das variáveis estudadas foram realizadas utilizando-se o programa
142 SAEG (Sistema para Análises Estatísticas), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa –
143 UFV (2003). A estimativa do melhor nível de adição de vitamina C foi estabelecida por meio de
144 modelos de regressão polinomial.

145

146 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

147 As médias de temperaturas registradas no interior do galpão apresentaram máxima de
148 $35,4 \pm 2,1$ e a mínima de $26,3 \pm 2,3$; umidade relativa de $55,8 \pm 7,1$ e Índice de Temperatura de
149 Globo e Umidade (ITGU) de 80,6, para os períodos de 1 a 21 dias, e para o período de 1 a 45
150 dias a média de temperatura máxima foi de $35,1 \pm 2,1$ e a mínima de $25,9 \pm 1,9$; umidade relativa
151 de $57,4 \pm 8,0$ e ITGU de 80,2, caracterizando um ambiente de estresse por calor cíclico, podendo
152 a variação de temperatura ser observada nas figuras 1 e 2. Medeiros et al. (2005), verificaram
153 que o ITGU entre 69 e 77 apresenta maior produtividade e melhores parâmetros zootécnicos.

154 Não se observou efeito ($P > 0,05$) dos tratamentos sobre o peso absoluto e relativo do
155 fígado, moela, intestino e coração de frangos de corte abatidos aos 45 dias de idade (Tabela 3).
156 Estes resultados estão de acordo com Konca et al (2009) que também não encontraram efeito
157 ($P > 0,05$) da suplementação de vitamina C sobre fígado, coração, intestino e moela. Entretanto,
158 alguns estudos sugerem que a suplementação dietética de vitamina C melhora os rendimentos de
159 fígado, coração e moela (Sahin et al., 2003), provavelmente em razão da elevação na taxa
160 metabólica, explicada pela ação da vitamina C sobre a atividade da tireóide, mais precisamente
161 sobre a produção os hormônios T3 e T4. Sendo confirmado por Abdel-Wahab et al. (1975), que
162 observaram elevação, induzida por vitamina C, na concentração dos hormônios da tireóide em
163 frangos de corte criados sob altas temperaturas.

164 Os diferentes níveis de vitamina C, também não influenciaram ($P < 0,05$) os pesos absoluto
165 e relativo da bursa, timo e baço, das aves, aos 21 e 45 dias de idade (Tabela 4). De forma
166 semelhante Souza (2007) trabalhando com frangos de corte mantidos em ambiente com
167 temperatura elevada, verificou que a suplementação de vitamina C na ração, não influenciou os
168 pesos absoluto e relativo do baço das aves aos 21 e 42 dias de idade. Laganá et al.(2005),
169 também não encontrou efeito da suplementação de vitamina C e E na ração de frangos de corte
170 mantidos sob estresse cíclico por calor (25 a 32°C) sobre o peso absoluto e relativo da bursa e
171 do baço das aves aos 35 dias de idade.

172 A involução do sistema linforreticular, durante o estresse por calor é bem relatada, sendo
173 atribuído a elevação da síntese de corticosterona quando as aves estão estressadas (Rosales et
174 al.,1989; Revidatti et al., 2002; Puvadolpirod & Thaxton, 2000). Os resultados encontrados no
175 presente estudo não confirmam os possíveis efeitos positivos da suplementação de vitamina C
176 sobre os pesos absoluto e relativos de órgãos linfóides de frangos de corte estressados por calor,
177 que seria justificada pela ação dessa vitamina na redução dos níveis de corticosterona, conforme
178 proposição de Sahin et al (2003).

179 Os parâmetros histomorfométricos da bolsa cloacal encontrados nesse estudo,
180 demonstraram que a suplementação com vitamina C na ração de frangos de corte estressados por
181 calor não altera a resposta aos desafios ambientais impostos ao sistema imune. Entretanto, apesar
182 dos valores não apresentarem diferença estatisticamente significativa, houve uma tendência de
183 melhora com a adição de vitamina C na ração de frangos estressados por calor cíclico. Podendo
184 ser verificado no período de 1 a 21 dias ao nível de 200 ppm de vitamina C, onde as aves
185 apresentaram uma maior área cortical (Tabela 5).

186 Muniz et al. (2006) trabalhando com frangos de corte afirma que a histomorfometria das
187 bolsas cloacais demonstram claramente o efeito do estresse decorrente das altas densidades
188 populacionais sobre o percentual de córtex do tecido linfóide. Esse mesmo autor diz ainda que a
189 ave criada na menor densidade populacional estará mais bem preparada para responder a

190 qualquer desafio ambiental que acione o sistema imune. Guimarães et al. (2003) demonstraram,
191 em condições de estresse crônico por frio ou calor, que a região cortical do folículo linfóide
192 diminui significativamente mostrando que a bolsa cloacal da ave está sujeita ao efeito do
193 ambiente. Nesse sentido, novos estudos buscando alternativas para amenizar os efeitos do
194 estresse ambiental devem ser conduzidos.

195

196

CONCLUSÕES

197 A suplementação da ração com vitamina C não tem efeito sobre os pesos absoluto e
198 relativo de órgãos linfóides, digestivos e coração, além de não influenciar parâmetros
199 histomorfometria da bolsa cloacal de frangos de corte estressados por calor cíclico.

200

REFERÊNCIAS

201

202 Abdel-wahab., M. S.; Abdo.; Y.M. Megahead. et al. 1975. The effect of vitamin C supplement
203 the thyroid activity of chickens using ¹²⁵I. Zentralblatt für Veterinärmedizin A. 22:769-
204 775.

205 Buffington, D.E.A.; Colazzo-arocho.; G.H. Canton et al. 1981. Black globe-humidity index
206 (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Transactions of the ASAE. 24:711-714.

207 Cifone, M.G.; G. Migliorati.; R. Parroni. et al. 1999. Dexamethasone-induced thymocyte
208 apoptosis: Apoptotic signal involves the sequential activation of phosphoinositide-specific
209 phospholipase-C, acidic sphingomyelinase, and caspases. Blood. 93:2282-2296.

210 Guimarães, E.B.; A.C. Vasconcelos.; N.R.S. Martins et al. 2003. Porcentagem de parênquima e
211 índice apoptótico da bolsa cloacal em frangos de corte em ambiente de conforto e estresse
212 térmico. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. 55(2):178-186.

213 Harris, C. G.; W. H. Dodgen.; G. S. Nelson. 1974. Effects of diurnal cyclic growing
214 temperatures on broiler performance. Poultry Science. 53:2204–2208,

215 Konca, Y.; F. Kirkpınar.; S. Mert. et al. 2009. Effects of dietary ascorbic acid supplementation
216 on growth performance, carcass, bone, quality and blood parameters in broilers during
217 natural summer temperature. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances. 4:139-
218 147.

219 Laganá, C.; A.M.L. Ribeiro.; F.H.D. Gonzalez. et al. 2005. Suplementação de vitaminas e
220 minerais orgânicos nos parâmetros bioquímicos e hematológicos de frangos de corte em
221 estresse por calor. Boletim da Indústria Animal. 63:157-165.

- 222 Luna, L.G. 1968. Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of
223 Pathology. 3 rd ed. New York: MacGraw-will;. 258p.
- 224 Medeiros C.M.; F.C. Baêta; R.F.M. Oliveira. et al. 2005. Efeitos da temperatura, umidade
225 relativa e velocidade do ar em frangos de corte. Engenharia na Agricultura. 13:277-286.
- 226 Muniz, E.C.; V.B. Fascina.; P.P. 2006. Pires. et al. Histomorphology of bursa of Fabricius:
227 effects of stock densities on commercial broilers. Revista Brasileira de Ciência Avícola.
228 8:217-220.
- 229 Oliveira Neto, A.R.; R.F.M. Oliveira.; J.L. Donzele. et al. 2000. Efeito da temperatura ambiente
230 sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta
231 controlada e dois níveis de energia metabolizável. Revista Brasileira de Zootecnia. 29:183-
232 190,
- 233 Pope, C.R. 1991. Pathology of lymphoid organs with emphasis on immunosuppression.
234 Veterinary Immunology and Immunopathology. 30:31-44.
- 235 Puvadolpirod, S. and J.P. Thaxton. 2000. Model of Physiological Stress in Chickens 1.
236 Response Parameters. Poult. Sci., Champaign, v.79, n.4, p.363-369,
- 237 Revidatti, F.A.; R.J. Fernandez.; J.C. Terraes. et al. 2002. Modificaciones del peso corporal y
238 indicadores de estrés em pollos parrilleros sometidos a inmovilización y volteo.
239 Revista Veterinaria Argentina.v.12.
- 240 Rosales, A.G.; P. Villegas.; P.D. Lukert. et al. 1989. Isolation, identification and pathogenicity
241 of two field strains of infectious Bursal Virus. Avian Disease. 33:35-41.
- 242 Rostagno, H.S.; L.F.T. Albino.; J.L. Donzele. et al. 2000. Composição de alimentos e exigências
243 nutricionais (Tabelas Brasileiras para aves e suínos). Viçosa, MG: UFV, Departamento de
244 Zootecnia, 141p.
- 245 Sahin, K.; N. SAhin.; O. Küçük. 2003. Effects of chromium and ascorbic acid supplementation
246 on growth, carcass traits, serum metabolities, and antioxidant status of broiler chickens
247 reared at a high environmental temperature (32°C). Nutrition Research, 23:225-238.
- 248 Souza, M.G. 2007. Utilização das vitaminas C e E na ração de frangos de corte mantidos em
249 ambiente de alta temperatura. 2007. 64 p. Dissertação, em Zootecnia, universidade Federal
250 de Viçosa, UFV, Viçosa.
- 251 Temim, S.; A. M. Chagneau.; S. Guillaumin. et al. 2000. Does excess dietary protein improve
252 growth performance and carcass characteristics in heat-exposed chickens?. Poultry Science,
253 79:312–317.
- 254 Universidade Federal De Viçosa - UFV. 2003. Sistema de análises estatísticas e genéticas -
255 SAEG. Manual do usuário. Versão 8.1, Viçosa,. 301 p.
- 256 Yahav, S. 1999. The effect of constant and diurnal cyclic temperatures on performance and
257 blood system of young turkeys. Journal of Thermal Biology, Dubram. 24:71–78

258 Yunianto, V.D.; K. Hayashi.; A. Kaneda. et al. 1997. Effect of environmental temperature on
259 muscle protein turnover and heat production in tube-fed broiler chickens. British
260 Journal of Nutrition, 77:897-909,

261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307

308
309
310
311

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1 - Composição da ração basal, para frangos de corte na fase de crescimento (1 a 21 dias)

Ingredientes (%)	Níveis de Vitamina C (ppm)				
	0	100	200	300	400
Milho	59,649	59,649	59,649	59,649	59,649
Farelo de soja (45% PB)	34,139	34,139	34,139	34,139	34,139
Óleo de soja	1,820	1 820	1,820	1,820	1,820
Fosfato bicálcico	1,823	1,823	1,823	1,823	1,823
Calcário	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991
Sal	0,455	0,455	0,455	0,455	0,455
DL-Metionina (98%)	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081
L-Lisina-HCl (78%)	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204
Caulim	0,200	0,190	0,180	0,170	0,160
Coloreto de Colina	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento vitamínico mineral ¹	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Vitamina C ²	0,000	0,010	0,020	0,030	0,040
Salinomicina ³	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada⁴					
Proteína bruta (%)	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000
EM (kcal/kg)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Lisina total (%)	1,258	1,258	1,258	1,258	1,258
Lisina digestível (%)	1,143	1,143	1,143	1,143	1,143
Metionina + cistina digestível (%)	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807
Treonina digestível (%)	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700
Triptofano digestível (%)	0,232	0,232	0,232	0,232	0,232
Cálcio (%)	0,960	0,960	0,960	0,960	0,960
Fósforo disponível (%)	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450
Fósforo total (%)	0,682	0,682	0,682	0,682	0,682
Sódio (%)	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222

312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330

¹ Níveis de garantia do produto: ácido fólico – 100 mg; antioxidante – 125 mg; Cu – 15.000 mg; coccidiostático – 25.000 mg; colina – 50.000 mg; Fe – 10.000 mg; I – 250 mg; Mn – 24.000 mg; metionina – 307.000mg; niacina – 20.000 mg; pantotenato de cálcio – 2.000 mg; Se – 50 mg; veículo O. S. P. – 1.000 mg; vit. A – 300.000 UI/Kg; vit. B1 – 400 mg; vit. B12 – 4.000 mcg; vit. B2 – 1.320 mg; vit. D3 – 100 UI/Kg; vit. E – 4.000 UI/Kg; vit. K – 98 mg; Zn – 20.000 mg; promotor de crescimento – 10.000 mg.

² Ácido Ascórbico

³ Coxistac 12%.

⁴ Segundo Rostagno et al. (2000).

331
332

Tabela 2 - Composição da ração basal, para frangos de corte na fase final (22 a 45 dias)

Ingredientes (%)	Níveis de Vitamina C (ppm)				
	0	100	200	300	400
Milho	63,658	63,658	63,658	63,658	63,658
Farelo de soja (45% PB)	29,646	29,646	29,646	29,646	29,646
Óleo de soja	2,529	2,529	2,529	2,529	2,529
Fosfato bicálcico	1,614	1,614	1,614	1,614	1,614
Calcário	0,937	0,937	0,937	0,937	0,937
Sal comum	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385
DL-Metionina (98%)	0,138	0,138	0,138	0,138	0,138
L-Lisina-HCl (78%)	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214
Caulim	0,200	0,190	0,180	0,170	0,160
Cloreto de Colina	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Suplemento vitamínico mineral ¹	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Vitamina C ²	0,000	0,010	0,020	0,030	0,040
Salinomicina ³	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada⁴					
Proteína bruta (%)	19,300	19,300	19,300	19,300	19,300
EM (kcal/kg)	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
Lisina total (%)	1,151	1,151	1,151	1,151	1,151
Lisina digestível (%)	1,045	1,045	1,045	1,045	1,045
Metionina + cistina digestível (%)	0,741	0,741	0,741	0,741	0,741
Treonina digestível (%)	0,640	0,640	0,640	0,640	0,640
Triptofano digestível (%)	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208
Cálcio (%)	0,874	0,874	0,874	0,874	0,874
Fósforo disponível (%)	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406
Fósforo total (%)	0,627	0,627	0,627	0,627	0,627
Sódio (%)	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192

333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352

¹ Níveis de garantia do produto: ácido fólico – 100 mg; antioxidante – 125 mg; Cu – 15.000 mg; coccidiostático – 12.000 mg; Fe – 10.000 mg; I – 250 mg, Mn – 24.000 mg; metionina – 135.000 mg; niacina – 20.000 mg; pantotenato de cálcio – 2.000 mg; Se – 50 mg; veículo Q. S. P. – 1.000 mg; vit. A – 300.000 UI/Kg; vit. B1 – 400 mg; vit. B12 – 4.000 mcg; vit. B2 – 720 mg; vit. D3 – 100.000 UI/Kg; vit. E – 400 UI/Kg; vit. K – 98 mg; Zn – 20.000 mg; promotor de crescimento – 10.000 mg.

² Ácido Ascórbico

³ Coxistac 12%.

⁴ Segundo Rostagno et al. (2000).

353
354
355

356

357

358

359

360

361

362

363

364

365

366

367

368

369

370

371

372

373

374

Tabela 3 - Pesos do coração e de órgãos digestivos de frangos de corte, aos 45 dias de idade, mantidos em estresse por calor, recebendo ração suplementada com vitamina

Variável	Níveis de vitamina C (ppm)					CV (%)
	0	100	200	300	400	
Peso absoluto (g)						
Fígado	38,75	39,75	39,33	37,41	38,00	8,73
Moela	55,50	52,66	56,50	54,33	53,08	10,67
Coração	11,33	10,00	9,66	10,91	10,16	6,16
Intestino	81,83	83,33	76,91	74,91	73,25	12,84
Peso Relativo (%)						
Fígado	1,77	1,77	1,74	1,64	1,73	5,36
Moela	2,55	2,34	2,51	2,39	2,41	10,27
Coração	0,51	0,44	0,42	0,48	0,46	7,08
Intestino	3,74	3,71	3,40	3,28	3,33	9,58

375

376

377

Tabela 4 – Pesos de órgãos linfóides de frangos de corte, mantidos em estresse por calor, recebendo ração suplementada com vitamina C

Variável	Níveis de vitamina C (ppm)					CV (%)
	0	100	200	300	400	
21 dias de idade						
Peso absoluto (g)						
Bolsa cloacal	0,48	0,52	0,44	0,41	0,45	14,10
Timo	2,24	2,09	2,27	2,45	2,25	20,13
Baço	1,50	1,51	1,56	1,38	1,49	21,17
Peso Relativo (%)						
Bursa	0,21	0,22	0,22	0,20	0,22	13,82
Timo	0,31	0,31	0,33	0,35	0,33	19,81
Baço	0,77	0,77	0,64	0,59	0,67	20,32
45 dias de idade						
Peso absoluto (g)						
Bolsa cloacal	3,94	5,74	3,97	4,55	4,94	19,96
Timo	5,95	5,89	6,35	6,66	6,91	23,59
Baço	1,91	2,06	1,62	1,79	1,56	24,02
Peso Relativo (%)						
Bursa	0,17	0,25	0,17	0,20	0,22	17,22
Timo	0,26	0,26	0,27	0,29	0,31	22,63
Baço	0,86	0,92	0,71	0,79	0,70	24,09

378

379

380

381

382

383

384

385

386

387

388

389

390

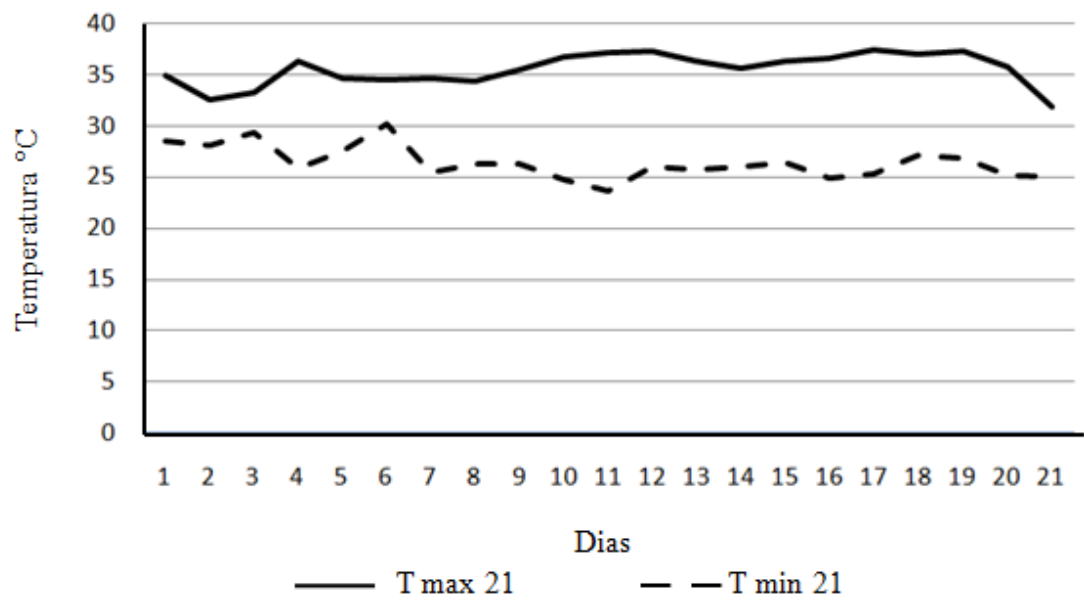
391

392
393
394

395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412

Tabela 5 - Histomorfometria de folículos linfóides da bolsa cloacal de frangos de corte, mantidos em estresse por calor, recebendo ração suplementada com vitamina C

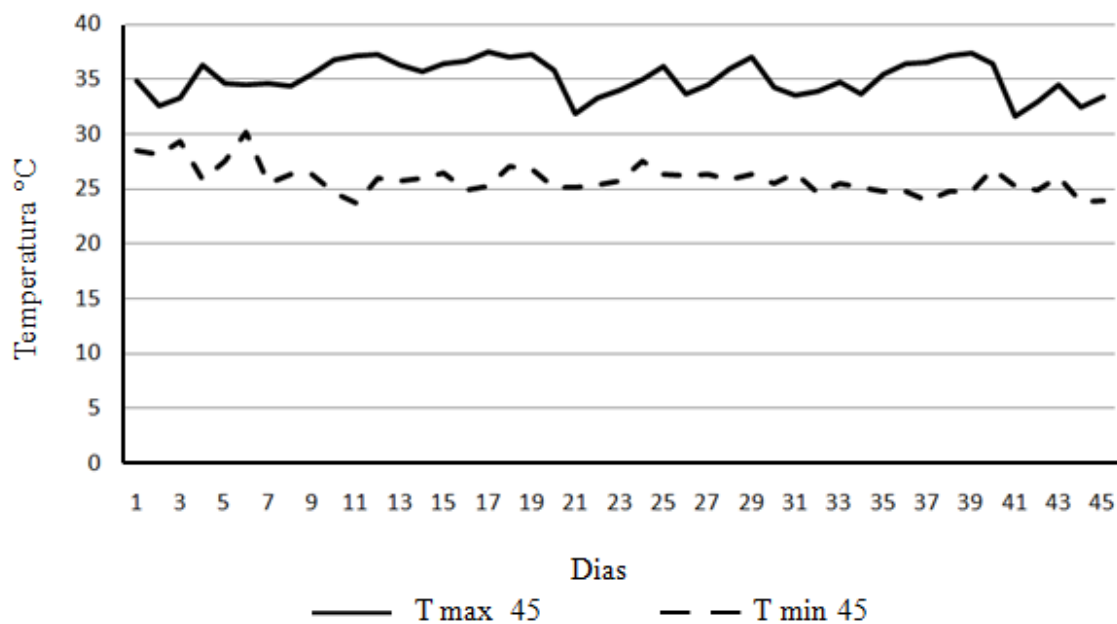
Variável	Níveis de vitamina C (ppm)					CV(%)
	0	100	200	300	400	
21 dias de idade						
Área total (μm^2)	2234039	2264421	2446433	2510764	2317689	18,46
Área medular (μm^2)	1158594	1140262	1140262	1274259	1175287	20,21
Área cortical (μm^2)	1075445	1124158	1237042	1236505	1142402	20,52
Cortical/medular	0,93	0,98	1,05	0,99	0,99	17,79
% Área cortical	47,84	49,62	50,88	49,37	49,31	8,69
45 dias de idade						
Área total (μm^2)	3226095	3348298	2707324	3406154	3362435	15.28
Área medular (μm^2)	1708283	1728677	1407850	1705552	1705430	14.52
Área cortical (μm^2)	1517812	1619621	1299474	1700602	1657005	17.22
Cortical/medular	0,88	0,94	0,91	1,00	0,98	8,84
% Área cortical	46.83	48.31	47.66	49.91	49.38	4.58



414
415
416
417

Figura 1- Representação gráfica da variação de temperatura no interior do galpão de criação de frangos de corte de 1 a 21 dias recebendo ração com diferentes níveis de vitamina C.

418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431



432
 433 Figura 2- Representação gráfica da variação de temperatura no interior do galpão de
 434 criação de frangos de corte de 1 a 45 dias recebendo ração com diferentes níveis de
 435 vitamina C.

436
 437
 438
 439
 440
 441
 442
 443
 444
 445
 446
 447
 448
 449
 450
 451
 452

4 Conclusões Gerais

A suplementação da ração 400 ppm de vitamina C melhora o ganho de peso de frangos de corte machos da linhagem Cobb, estressados por calor cíclico, no período de 1 a 21 dias. Para o período de 1 a 45 dias, a suplementação com 206,19 ppm influencia positivamente a conversão alimentar das aves.

A suplementação da ração com 400 ppm de vitamina C para frangos de corte, estressados por calor cíclico, melhora o rendimento de carcaça e sobrecoxa aos 45 dias.

A suplementação da ração com vitamina C não tem efeito sobre os pesos absoluto e relativo de órgãos linfóides, digestivos e coração, além de não influenciar parâmetros histomorfometria da bolsa cloacal de frangos de corte estressados por calor cíclico.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

ABDEL-WAHAB.; ABDO.M.S.; MEGAHEAD. Y.M. et al. The effect of vitamin C supplement the thyroid activity of chickens using ¹²⁵I. **Zentralblatt fur Veternarmedizin A**, v.22, p.769-775, 1975.

ABU-DIEYEH, Z.H.M. Effect of high temperature per se on growth performance of broilers. **Int. J. Poult. Sci.**, n.5, p. 19-21. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGO – ABEF. [2011]. **Relatório anual 2009/2010**. Disponível em < http://www.abef.com.br/Relatorios_Anuais.php > Acesso em: 06/01/2011.

BONNET, S.; GERAERT, P.A.; LESSIRE, M., et al. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. **Poult. Sci.**, v.76, n.6, p.857–863, 1997.

BORGES, S. A.; FISCHER DA SILVA, A.V.; MAJORKA, A., et al. Physiological responses of broiler chickens to heat stress and dietary electrolyte balance (sodium plus potassium minus chloride, milliequivalents per kilogram). **Poult. Sci.**, v. 83, n. 9, p. 1551-1558, 2004.

CHEN, C.L.; SANGIAH, S.; CHEN, H.; RODER, J., et al. Effects of heat stress on Na⁺, K⁺-ATPase, Mg⁺-activated ATPase, and Na⁺-ATPase activities of broiler chickens vital organs. **Journal Toxicology an Environmental Health**, v.41, p.345-356, 1994.

COMPTON M.M.; GIBBS P.S.; JOHNSON L.R. Glicocorticoid Activation of Deoxyribonucleic Acid Degradation in Bursal Lymphocytes. **Poult. Sci**, v.69, p.1292-1298, 1990.

DONKER, R. A.; BEUVING, G. Effect of corticosterone infusion on plasma corticosterone concentration, antibody production, circulating leukocytes and growth in chicken lines selected for humoral immune responsiveness. **British Poultry Science**, v. 30, n. 3, p. 361-369, 1989.

FARIA, D. E. ; JUNQUEIRA, O. M; DUARTE, K.F ;. *Enfermidades Nutricionais*. In: Angelo Berchieri Júnior, Edir Nepomuceno Silva, José Di Fábio, Luiz Sesti e Marcelo A. Fagnani Zuanaze. (Org.). **Doenças das Aves**. 2 ed. Campinas: FACTA/APINCO, 2009, v. 1, p. 927-971.

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

FURLAN, R. L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002, p. 209-228.

GERAERT, P.A., PADILHA, J.C.F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: growth performance, body composition and energy retention. **British Journal of Nutrition**, v.75, p.195-204, 1996.

GUIMARÃES E.B. **Histometria, índice apoptótico da bolsa cloacal e catabolismo de anticorpos em frangos de corte em ambiente de conforto e estresse térmico**. 2001. 74 f. Tese (Doutorado em Patologia e Clínica) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

HODGES R.D. Histology of the bursa of Fabricius and the thymus. In: HODGES R.D. **The Histology of the Fowl**. 1974. Academic Press, London, p.205-213.

JONIER, W.P.; HUSTON, T. M. The influence of high environmental temperature on immature domestic fowl. **Poult. Sci.**, v.36, p.973-978, 1957.

LAGANÁ, C. **Otimização da produção de frango de corte em condições de estresse por calor**. 2005. 180f. Tese (Doutorado em Zootecnia) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

LAGANÁ, C.; REBEIRO, A.M.L.; GONZALES, F.H.D. et al. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos nos parâmetros bioquímicos e hematológicos de frangos de corte em estresse por calor. **Boletim da Indústria animal**, v.62, n.2, p.157-165, 2005.

LANA, G.R.Q.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T., et al. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar sobre o desempenho e a composição da carcaça de frangos de corte. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, n.4, p.1117-1123, 2000.

LIMA, E.M.M.; SILVA, F.O.C; SEVERINO, R.S. et al. Suprimento arterial para a bolsa cloacal em aves (*Gallus gallus* Linnaeus, 1758) da linhagem Lhoman White LSL. **Revista Biotemas**, v.21, n.1, p.95-100, 2008.

LOHAKARE, J.D.; RYU, M.H.; HAHN, T.W., et al. Effects of supplemental ascorbic acid on the performance and immunity of commercial broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v.14, p.10–19, 2005.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In: MENDES, A. A.; NAAS, I.A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. Campinas: Facta, p.137-156, 2004

MALHEIROS, R.D.; MORAES, V.W.; COLLIN, A. et al. Free diet selection by broilers as influenced by raçõary macronutrient ratio and corticosterone supplementation. 1. Diet selection, organ weights, and plasma metabolites. **Poult. Sci**, v.82, p.193-31, 2003.

MAHMOUD, K. Z.; EDENS, F. W.; EISEN, E. J. et al. Ascorbic acid decreases heat shock protein 70 and plasma corticosterone response in broilers (*Gallus gallus domesticus*) subjected to cyclic heat stress. **Comp. Biochem. Physiol**, v.137, p.35–42, 2004.

MCKEE, J.S.; HARRISON, P.C.; RISKOWSKI, R.L. Effects of supplemental ascorbic acid on the energy conversion of broiler chicks during heat stress and feed withdrawal. **Poult. Sci.**, v.76, p.1278-1286, 1997.

MONTASSIER, H. J. Fisiopatologia do sistema imune. In: Angelo Berchieri Júnior, Edir Nepomuceno Silva, José Di Fábio, Luiz Sesti e Marcelo A. Fagnani Zuanaze. (Org.). **Doenças das Aves**. 2 ed. Campinas: FACTA/APINCO, v. 1, p. 391-429, 2009

MUJAHID, A.; AKIBA, Y.; TOYOMIZU, M. Acute heat stress induces oxidative stress and decreases adaptation in young white leghorn cockerels by downregulation of avian uncoupling protein. **Poult. Sci.**, v. 86, p. 364-71, 2007.

NAZIROĞLU, M., ŞAHİN, K., ŞİMŞEK, H., et al. The effects of food withdrawal and darkening on lipid peroxidation of laying hens in high ambient temperatures. **Dtsch. Tierärztl. Wschr.**, v.107, p.199-202, 2000.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável. **R. Bras. Zootec.**, v.29, n.1, p. 183-190, 2000.

OLIVEIRA, R.F.M.; OLIVEIRA, G.A.; DONZELE, J.L. et al. Avaliação do efeito da temperatura ambiente sobre as características de carcaça e o crescimento de órgãos de frangos de corte, dos 22 aos 42 dias. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39,2002. Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia.2002. 1CD-ROM.

PARDUE, S.L.; THAXTON, J.P.; BRAKE, J. Role of ascorbic acid in chicks exposed to high environmental temperature. **Journal of Applied Physiology**, v.58, n.9, p.1511-1516, 1985.

PARDUE, S.L.; THAXTON, J.P. Evidence of amelioration of steroid mediated immunosuppression by ascorbic acid. **Poult. Sci.**, v.63, p.1262-1268, 1984.

PENA, JEM.; VIEIRA, S.L.; LÓPEZ, J., et al . Ascorbic acid and citric flavonoids for broilers under heat stress: effects on performance and meat quality. **Rev. Bras. Cienc. Avic.**, v. 10, n. 2, June 2008.

PLAVNIK, I.; YAHAV, S.; Effect of environmental temperature on broiler chickens subjected to growth restriction at an early age. **Poult. Sci.**, v.77, p.870-872, 1998.

REVIDATTI, F.A.; FERNANDEZ, R.J.; TERRAES, J.C., et al. Modificaciones del peso corporal y indicadores de estrés en pollos parrilleros sometidos a inmovilización y volteo. **Rev. Vet. Arg.**, v.12, n.1, 2002

ROSALES, A.G.; VILLEGAS, P.; LUKERT, P.D., et al. Isolation, identification and pathogenicity of two field strains of infectious Bursal Virus. **Avian Disease**. Athens, v.33, p.35-41, 1989.

SAHIN, K.; SAHIN, N.; KÜÇÜK, O. Effects of chromium and ascorbic acid supplementation on growth, carcass traits, serum metabolites, and antioxidant status of

broiler chickens reared at a high environmental temperature (32°C). **Nutrition Research**, v.23, p.225-238, 2003.

SAHIN, K.; KÜÇÜK, O. Effects of vitamin C and vitamin E, on performance, digestion of nutrients and carcass characteristics of Japanese quail reared under chronic heat stress (34°C). **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.85, p.335-34, 2001.

SAHIN, K.; KÜÇÜK, O.; SAHIN, N. et al. Effects of vitamin C and vitamin E on lipid peroxidation, status, serum hormones, metabolite and mineral concentrations of japanese quails reared under heat stress (34°C). **International Journal of Vitamin Nutrition Research**, v.72, p.91-100, 2002.

SILVA, R.D.M.; MENTEN, J.F.M.; CARDOSO, M.K. Suplementação de vitamina c associada à densidade de criação no desempenho de frangos de corte. **Sci. agric.** v. 50, n.3 p.490-497, 1993.

SOUZA, L. F. A. **Exposição crônica e cíclica ao calor em frangos de corte: desempenho, metabolização dos nutrientes e atividade de enzimas pancreáticas**. 2008. 51 p. Dissertação, em Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Jaboticabal, 2008

SOUZA, L. F. M.; MACIEL, M. P.; PASSOS, D. P., et al. Associação de microminerais orgânicos com vitamina C sobre o desempenho de poedeiras semi-pesadas criadas em altas temperaturas. In: **III Fórum de Ensino, Pesquisa, Extensão e Gestão**, 2009, Montes Claros. III Fórum de Ensino, Pesquisa, Extensão e Gestão. Montes Claros : UNIMONTES, 2009.

TEETER, R.G. Optimizing production of heat stressed broilers. **Poultry Digest**, mount morris, v.53, p.10-27, 1994.

TINÔCO, I.F.F. A granja de frangos de corte. In: MENDES, A.A., NÂÂS, I.A.; MACARI, M. (Ed.) **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA, p.55-84, 2004.

UBA – União Brasileira de Avicultura. Norma Técnica de Produção Integrada de Frango. São Paulo: UBA, 2009. 64 p.

VATHANA, S.; KANG, K.; LOAN, C. P., et al. Effect of vitamin C supplementation on performance of broiler chickens in Cambodia. In: **Conference on International Agricultural Research For Development**, 2002, Deutscher Tropentag. Proceedings... Witzenhausen, 2002. p.72-78.

VAZ, R. G. M. V. **Nutrientes funcionais em rações de frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura**. 2006. 48f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

YAHAV, S.; STRASCHNOW, A.; PLAVNIK, I.; HURWITZ, S. Blood system response of chickens to changes in environmental temperature. **Poult. Sci.**, Champaign, v.76, n.4, p.627-633. 1997.

YUNianto, V.D.; HAYASHI, K.; KANEDA, A., et al. Effect of environmental temperature on muscle protein turnover and heat production in tube-fed broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.77, p.897-909, 1997.