

KALLIANY KELLZER DA SILVA

**VITAMINA C E ZINCO EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE NA FASE DE 22
A 42 DIAS EM CONDIÇÕES NATURAIS DE ESTRESSE POR CALOR**

TERESINA

2019

KALLIANY KELLZER DA SILVA
MÉDICA VETERINÁRIA

**VITAMINA C E ZINCO EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE NA FASE DE 22
A 42 DIAS EM CONDIÇÕES NATURAIS DE ESTRESSE POR CALOR**

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

Orientador: Prof. Dr. João Batista Lopes

TERESINA-PI

2019

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Serviço de Processamento Técnico

S586v Silva, Kalliany Kellzer da

Vitamina C e zinco em dietas para frangos de corte na fase de 22 a 42 dias em condições naturais de estresse por calor. / Kalliany Kellzer da Silva. – 2019.

40 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Teresina, 2019.

Orientação: Prof. Dr. João Batista Lopes

1. Avicultura 2. Desempenho 3. Características de carcaça

**VITAMINA C E ZINCO EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE NA FASE DE 22
A 42 DIAS EM CONDIÇÕES NATURAIS DE ESTRESSE POR CALOR**

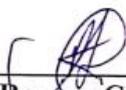
KALLIANY KELLZER DA SILVA

Dissertação aprovada em: 08/04/2019

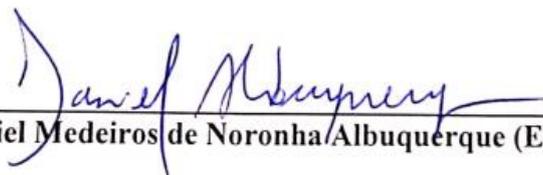
Banca Examinadora:



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



Prof. Dr. Amilton Paulo Raposo Costa (Interno) / DMV/CCA/UFPI



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

“Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e os seus planos serão bem sucedidos.”

(Provérbios 16:3)

Ao grandioso e maravilhoso **Deus**, que me proporcionou força e ânimo para conclusão desse trabalho;

A meus avós: **Joaquim Bertoldo da Silva** (in memoriam), **Antônio Crispim da Silva** (in memoriam), **Pedrina Aciole da Silva** (in memoriam) e **Maria do Socorro da Silva**.

A meus amados pais, **Marta Betânia da Silva** e **Raimundo Nonato da Silva**, por todo apoio, carinho e dedicação.

A meu irmão **Riyadh Francisco Levi d'Nonat da Silva**, por todo seu incentivo e palavras reconfortantes, mostrando sempre o lado divertido de tudo.

A minha irmã de coração **Francisca Catarina do Nascimento Neta** pelo incentivo e pelo apoio constantes.

A meu amor **Fellipe Rocha Pereira dos Santos**, com quem compartilhei as alegrias e desabafei minhas dificuldades nessa etapa tão importante da minha vida.

A toda minha família e amigos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

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

Ao professor Dr. João Batista Lopes, pela orientação e apoio, mas principalmente pela confiança e exemplo de profissionalismo.

Ao grupo de análise de alimentos e exigências nutricionais de animais não ruminantes, pela oportunidade de crescimento profissional e pessoal.

Aos funcionários da UFPI que me ajudaram durante todo o experimento, Isaias Soares de Araújo, José Reis Gomes Vilanova e José da Cruz dos Santos Vilanova.

Aos meus amigos e primos que me auxiliaram durante o período experimental da pesquisa, Accyel Bertoldo da Silva e Antônio Raimundo de Oliveira.

Aos meus colegas, Ravena Carvalho Silva, Jefferson Douglas Martins Ferreira, Ramon Rêgo Merval, Veritha Maria dos Santos Gomes, Ana Cibele da Silva Veiga, Letícia Tuane Souza Oliveira, Pedro Eduardo Bitencourt Gomes, Patrícia Miranda Lopes e Léia Raquel por toda dedicação, disponibilidade, empenho e ajuda durante meu experimento.

A todos meu muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT	xi
1.INTRODUÇÃO.....	12
2.REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 Conforto térmico x Estresse por calor em frango de corte	14
2.2 Vitamina C para Frangos de Corte.....	14
2.3 Zinco na dieta de frangos de corte	Erro! Indicador não definido.
3 CAPÍTULO I ^a	19
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	387
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	398

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição das rações experimentais para frangos de corte, no período de 22 a 33 dias, de acordo com os níveis de vitamina C e zinco	23
Tabela 2 - Composição das rações experimentais para frangos de corte no período de 34 a 42 dias, de acordo com os níveis de vitamina C e zinco	24
Tabela 3 - Valores médios da temperatura, umidade relativa do ar e índice de Globo e Umidade (ITGU) durante o período experimental.....	27
Tabela 4 - Desempenho de frangos de corte de 22 a 33 e de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente de estresse por calor, alimentados com dietas contendo níveis de vitamina C associados a diferentes níveis de zinco.....	28
Tabela 5 - Peso absoluto e relativo de órgãos linfoides de frangos de corte aos 42 de dias, mantidos ambiente de alta temperatura, recebendo ração suplementada com diferentes níveis de zinco e vitamina C.....	30
Tabela 6 - Peso absoluto e rendimento de carcaça e principais cortes de frangos de corte aos 42 dias, mantidos em ambiente de alta temperatura, recebendo ração suplementada com diferentes níveis de zinco e de vitamina C.....	33
Tabela 7 - Peso absoluto e relativo do coração e dos principais órgãos digestórios de frangos de corte aos 42 dias, mantidos em ambiente de alta temperatura, recebendo ração suplementada com diferentes níveis de zinco e de vitamina C.....	34

RESUMO

A pesquisa foi desenvolvida para avaliar o efeito da suplementação de zinco orgânico associado a vitamina C em dieta de frangos de corte, no período de 22 a 42 dias de idade, estressados por condições naturais de calor, sobre os parâmetros de desempenho, características de carcaça e de órgãos digestórios e metabolicamente ativos. Foram utilizados 700 pintos machos da linhagem Ross, com peso médio inicial de $974,86 \text{ g} \pm 8,46$. As aves foram distribuídas em delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial $3 \times 2 + 1$, sendo sete tratamentos e cinco repetições, com 20 aves por parcela experimental. Foram avaliados três níveis de zinco na forma orgânica (40, 80 e 120 mg/kg) associados a dois níveis de vitamina C (200 e 400 mg/kg) e uma dieta controle. A suplementação de 400 mg de vitamina C/kg de ração, independentemente do nível de zinco, promove aumento do ganho de peso, consumo de ração, índice de eficiência produtiva e do peso da Bursa de frangos de corte, no período de 22 a 42 dias de vida, em condições de estresse por calor, sem interferir no rendimento da carcaça e dos principais cortes. Os níveis de zinco, a partir 79,4 até 120 mg/kg de ração, associados a 400 mg de vitamina C/kg de ração, na fase de 22 a 42 dias de vida de frangos de corte, em condições de estresse por calor, interferem, positivamente, no peso do timo, enquanto para o peso da carcaça e do peito, esse incremento ocorre a partir do nível 95 mg de zinco/kg de ração. Por outro lado, o peso intestino reduz proporcionalmente com o aumento de zinco na dieta.

Palavras-chave: desempenho, características de carcaça, avicultura

ABSTRACT

The research was developed to evaluate the effect of the supplementation of organic zinc associated with vitamin C on the diet of broiler chickens, in the period from 22 to 42 days of age, stressed by natural conditions of heat, on the performance parameters, carcass characteristics and of digestive and metabolically active organs. They were utilized 700 male Ross chicks, with a mean initial weight of $974.86 \text{ g} \pm 8.46$. The birds were distributed in a randomized block design, in a $3 \times 2 + 1$ factorial scheme, with seven treatments and five replications, with 20 birds per experimental plot. Three levels of zinc in the organic form (40, 80 and 120 mg/kg) associated with two levels of vitamin C (200 and 400 mg/kg) and a control diet were evaluated. The supplementation of 400 mg of vitamin C/kg of feed, regardless of the zinc level, promotes an increase in weight gain, feed intake, production efficiency index and Bursa broiler weight in the period from 22 to 42 days of life in conditions of stress by heat, without interfering in the yield of the carcass and the main cuts. Zinc levels, from 79.4 to 120 mg/kg ration, associated with 400 mg vitamin C/kg feed, during the period from 22 to 42 days of broiler life, under heat stress conditions, positively interferes weight of the thymus, while for weight of carcass and breast, this increase occurs from the level 95 mg of zinc/kg of feed. On the other hand, the weight of the intestine reduces proportionately with the increase of zinc in the diet.

Keywords: performance, carcass characteristics, poultry farming

1. INTRODUÇÃO

As elevadas temperaturas, registradas na maior parte do ano no nordeste brasileiro, limitam a produção de frangos de corte, pois, normalmente, ultrapassam os valores da zona de conforto térmico, comprometendo o desempenho produtivo dessas aves, que possuem sistema termorregulador mais adaptado para reter calor do que para dissipá-lo, devido à ausência de glândulas sudoríparas e à cobertura corporal dotada de penas, que expõem as aves nesta situação, a estresse por calor (LOPES; RIBEIRO; LIMA, 2015a).

Estratégias para a redução dos efeitos do estresse por calor, como modificações da composição da dieta, a fim de promover maior ingestão ou compensar o baixo consumo alimentar, e alterações no manejo alimentar, para promover mudanças no tempo e/ou frequência de alimentação, são ferramentas eficazes para a diminuição da produção de calor metabólico e melhoria da taxa de sobrevivência do animal (RENAUDEAU et al., 2012).

Considerando-se as propriedades funcionais de determinadas vitaminas e minerais, em particular a vitamina C e o zinco, o meio científico tem centrado a atenção, na tentativa de amenizar os efeitos deletérios, que o excesso de calor provoca nas aves. Neste sentido, estudos que se destinam avaliar nutrientes funcionais de forma isolada ou em associação, em dietas de frangos de corte mantidos em condições de elevada temperatura ambiental, tornam-se relevante, podendo constituir-se alternativa viável para a exploração avícola.

A suplementação de vitamina C na dieta pode proporcionar maior taxa de crescimento, maior ganho de peso e redução dos efeitos deletérios dos fatores de estresse, principalmente em virtude de sua ação antioxidante (FELIX; MAIORKA; SOBRARAN, 2009). Neste contexto, o zinco, também, tem papel fundamental em várias rotas metabólicas essenciais para o crescimento, atuando na proteção de membranas, síntese e secreção de hormônios e no sistema imunológico das aves (FERNANDES, 2012).

Dessa forma, a presente pesquisa foi desenvolvida para avaliar o efeito da adição de níveis de vitamina C associados a diferentes níveis de Zinco na dieta, sobre os parâmetros de desempenho, características de carcaça e peso absoluto e relativo de órgãos linfóides e digestórios de frangos de corte, em condições de estresse por calor, no período de 22 a 42 dias de idade.

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

O capítulo I foi elaborado em forma de artigos científicos. Intitulado “Vitamina C e Zinco em dietas para frangos de corte em condições naturais de estresse por calor” e redigido conforme as normas do periódico “Revista Brasileira de Zootecnia” (ISSN 1806-9290).

2.REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conforto térmico x Estresse por calor em frango de corte

O conforto animal, até poucas décadas atrás, era visto como problema secundário, pois presumia-se que o desconforto térmico das aves poderia ser resolvido com uso de condicionamento artificial, sem levar em consideração os problemas de custos da implantação de um sistema avícola. Entretanto, a preocupação com o bem-estar animal vem ganhando, cada vez mais, importância devido às alterações fisiológicas, que ocorrem ocasionadas pelo estresse calórico, causando perda na produção e prejuízos aos avicultores (SILVA, 2001; SOUSA JÚNIOR, 2006).

Dentre os principais problemas enfrentados pelos produtores em regiões de altas temperaturas, destaca-se o desempenho dos frangos de corte, o qual é afetado, diretamente, pela temperatura ambiente, considerando-se a interferência, que exerce no consumo de ração e conseqüentemente no ganho de peso e na conversão alimentar. Também, pode ser ressaltado, o aparecimento de distúrbios metabólicos, como por exemplo, a síndrome da hiperventilação pulmonar, e o aumento da mortalidade do plantel, acarretando prejuízos na produtividade (LANA et al., 2000)

A zona de conforto térmico caracteriza-se pela faixa de temperatura ambiente em que a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menor gasto energético. No entanto, esta zona pode variar em função de fatores intrínsecos, por exemplo: isolamento interno e/ou externo, mecanismos de vasomotricidade, além de fatores extrínsecos, como a energia da dieta, ventilação e características físicas das instalações (FURLAN; MACARI, 2008).

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

Em relação à regulação térmica corporal, as aves de produção comercial apresentam duas fases distintas. A primeira fase inicia-se no momento em que nascem e perdura até aproximadamente duas ou três semanas de vida, período em que não possuem um sistema termorregulador totalmente desenvolvido, de forma que pode ocorrer hipotermia com facilidade, quando as aves são submetidas a ambientes desfavoráveis com

temperatura abaixo do ideal para a idade. Porém, na segunda fase ao se tornarem adultas as aves diminuem sua exigência térmica em aproximadamente 3°C, sendo que a partir da sexta semana de vida em diante, a temperatura deve ficar igual ou abaixo dos 22°C, que se encontra próxima ao limite superior à faixa de conforto térmico (SILVA et al., 2005; BROSSI et al., 2009; RABELLO, 2008; SILVA, 2010; TEIXEIRA; ABREU, 2011).

A temperatura corporal da ave é de 41,1°C, porém com a elevação da temperatura ambiental, há aumento da dissipação de calor da ave para o ambiente, fazendo com que elas ativem mecanismos comportamentais e fisiológicos de controle da temperatura corporal (FURLAN; MACARI, 2008). Assim, diversas alterações metabólicas e fisiológicas são desencadeadas em frangos de corte submetidos a altas temperaturas ambientais, o que pode acarretar em grandes perdas, tanto no desempenho como na imunocompetência dessas aves (BORGES; MAIORKA; SILVA, 2003).

A elevação da temperatura corporal da ave gera o aparecimento das características do estresse por calor, como por exemplo, a diminuição da ingestão de alimentos com consequente redução dos substratos metabólicos disponíveis para o metabolismo (LAGANÁ, 2008). Além disso, as aves aumentam a perda de calor evaporativo por meio da vasodilatação periférica, aumentando o fluxo sanguíneo para as regiões desprovidas de penas (cristas, barbelas e pernas), e também ocorre o aumento da frequência respiratória (BORGES; MAIORKA; SILVA, 2003).

Contudo, algumas práticas podem minimizar a ocorrência de hipotermia em pintainhos, como o uso de cortinas e aquecedores elétricos, enquanto que para aves adultas, as técnicas são desenvolvidas para reduzir a temperatura (RABELLO, 2008). Estratégias para a redução dos efeitos do estresse por calor, como modificações da composição da dieta e alterações no manejo alimentar são ferramentas eficazes para a diminuição da produção de calor metabólico e melhoria da taxa de sobrevivência do animal (RENAUDEAU et al., 2012).

2.2 Vitamina C em Frangos de Corte

As vitaminas são micronutrientes que participam de inúmeros processos metabólicos do organismo, sendo essenciais para ótima saúde e desempenho do animal. A deficiência de uma ou mais vitaminas pode levar a distúrbios metabólicos, resultando em queda na produtividade, no crescimento e no desenvolvimento de doenças. Por outro lado, o aumento na suplementação de certas vitaminas tem efeitos positivos, principalmente, quanto à imunidade (FÉLIX et al., 2009). Apesar de serem utilizadas em

mínimas quantidades, as vitaminas são indispensáveis para suportar ou estimular reações químicas do metabolismo animal. A exigência de algumas vitaminas pode ser suprida pela dieta normal, porém outras precisam ser suplementadas (EMBRAPA, 2003).

O uso de maiores níveis de vitaminas na dieta de frangos resulta em maior desempenho produtivo, melhor conversão alimentar e qualidade da carne, além de elevar a resposta imune, principalmente, em situações de estresse, em que melhora os níveis de eclodibilidade dos ovos e promove melhor desenvolvimento dos pintos e dessa forma melhora a produção como um todo (JOHANN; ROSA; BERSELLI, 2012). Dentre outras funções, as vitaminas participam no metabolismo como imunomoduladores para melhorar as funções imunológicas e a resistência a infecções em aves e outros animais domésticos (RUTZ et al., 2002).

Dessa maneira, se torna relevante formular rações com as quantidades ideais, para evitar futuros problemas pela avitaminose e perdas na produção (JOHANN; ROSA; BERSELLI, 2012). A formulação comercial de dietas para frangos de corte consiste na combinação de ingredientes em proporções adequadas para atingir o perfil nutricional desejado, visando nível ótimo entre desempenho e custo e, portanto, máxima rentabilidade (FÉLIX et al., 2009).

As aves, naturalmente sintetizam vitamina C para o crescimento e metabolismo, a partir da glicose-1-fosfato. Porém, essa capacidade se torna insuficiente sob condições de estresse, principalmente, quando provocado pelo calor ambiente (FURLAN; MACARI, 2002). Assim, sob condições de estresse, a suplementação de vitamina C pela água de beber ou pela ração pode mitigar os efeitos deletérios dos fatores estressantes (SILVA et al., 1993). De acordo com Félix et al. (2009), a suplementação de vitamina C na dieta pode beneficiar as aves, elevando a taxa de crescimento e aumentando o ganho de peso de pintos. Ela, também, reduz os efeitos deletérios dos fatores de estresse, fundamentalmente, pela sua ação antioxidante.

Segundo Faria et al. (2009), 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 geralmente comercializada na forma reduzida, que é o ácido ascórbico. Sob condições de estresse por calor, a suplementação com ácido ascórbico nas rações de aves provoca efeitos positivos como ganho de peso e melhora na resposta imune (LIN et al., 2003). Além disso, também promove resistência para algumas doenças infecciosas e contagiosas (GROSS, 1988).

Dentre os benefícios proporcionados pela suplementação com ácido ascórbico

destaca-se o aumento da resistência a infecções. Ressalte-se ainda, que ele tem papel importante na produção de espermatozoides, fotoproteção, cicatrização de feridas, aumento do sistema imunológico e liberação de histamina, auxiliando na desintoxicação de histamina. (AHMADU et al., 2016). Segundo os autores, a vitamina C 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) nas rações melhorou os rendimentos de fígado, coração e moela de frangos sob estresse crônico por calor.

Avaliando o efeito da suplementação de ácido ascórbico na ração sobre o desempenho de aves submetidas a altas temperaturas, observou-se que a suplementação de vitamina C melhorou o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar das aves (LOHAKARE et al., 2005; VAZ, 2006).

2.3 Mineral Zinco para frangos de corte

Os minerais são necessários para manter o metabolismo fisiológico dos seres vivos. Eles não podem ser sintetizados pelos organismos vivos, devendo, portanto, ser suplementados na dieta dos animais. Durante muito tempo, grande proporção dos minerais eram utilizada sob a forma inorgânica, cuja biodisponibilidade era bastante variável, o que ocasionava a sua utilização em níveis, geralmente, bem superiores às reais exigências dos animais, levando ao desperdício de minerais e sua eliminação para o ambiente (LAGANÁ; RIBEIRO, 2007).

Boiago et al. (2013), estudando o desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes fontes de selênio, zinco e manganês, criados sob condições de estresse térmico, observaram que a utilização destes microminerais, complexados às moléculas orgânicas, proporcionou melhor desempenho, principalmente quando as aves foram criadas em ambiente de elevadas temperaturas. Por outro lado, quando eram criadas em ambientes de temperatura neutra, as aves não necessitavam da suplementação da dieta com os minerais avaliados.

A utilização de minerais orgânicos vem sendo bastante pesquisada, visto que eles apresentam maior biodisponibilidade, sendo transportados mais facilmente e armazenados por mais tempo que os correspondentes inorgânicos. As formas mais utilizadas são os quelatos, formados pela reação do mineral com um hidrolisado de aminoácidos e/ou peptídios, bem como os considerados orgânicos, que são formados por meio da incorporação biosintética de um mineral em um aminoácido. Embora, diversos minerais existam sob forma orgânica, para aves, destaca-se a utilização de manganês,

zinco e principalmente de selênio, em virtude de suas funções e aplicações práticas (LAGANÁ; RIBEIRO, 2007).

O zinco é um elemento mineral importante para as reações antioxidantes, uma vez que age como cofator de diversas enzimas envolvidas neste processo (LIMÓN-PACHECO; GONSEBATT, 2009). Em condições de estresse, o efeito antioxidante se reduz, ocorrendo menores concentrações de vitaminas e minerais, especialmente zinco (SAHIN et al., 2009). Trata-se de um mineral, que é um componente estrutural e catalítico da enzima antioxidante superóxido dismutase (SOD). Neste cenário, a suplementação do zinco tem sido usada com a finalidade de amenizar os efeitos do estresse provocado por calor (SILVA, 2015).

Conforme Sena e Pedrosa (2005), o zinco desempenha diversas funções vitais, sendo uma delas auxiliar no correto funcionamento do sistema imunológico. Os autores relataram que em seu estudo, as aves que receberam os minerais na forma orgânica apresentaram maior viabilidade criatória, resultado que pode ser explicado pela melhor utilização destes nutrientes na forma orgânica. De acordo Laganá e Ribeiro (2007), a importância do zinco, também, está relacionada ao seu papel no funcionamento do sistema imune, visto que atua como cofator de enzimas essenciais, como por exemplo: a lactato desidrogenase, fosfatase alcalina e anidrase carbônica. Além disso, tem papel fundamental em várias rotas metabólicas essenciais para o crescimento, atuando na proteção de membranas, síntese e secreção de hormônios e no sistema imunológico das aves (FERNANDES, 2012).

3 CAPÍTULO I¹

Vitamina C e Zinco em dietas para frangos de corte em condições naturais de estresse
por calor

Artigo Científico

¹ Elaborado para ser encaminhado ao periódico “Revista Brasileira de Zootecnia” (ISSN 1806-9290).

Vitamina C e Zinco em dietas para frangos de corte em condições naturais de estresse por calor

Kalliany Kellzer da Silva⁽¹⁾ e João Batista Lopes⁽²⁾

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

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

Resumo – A pesquisa foi desenvolvida para avaliar o efeito da suplementação de níveis de zinco na forma orgânica (40, 80 e 120 mg/kg de ração) associados a níveis de vitamina C (200 e 400 mg/kg de ração) em dieta de frangos de corte, na fase de 22 a 42 dias, estressados por calor, sobre os parâmetros de desempenho, rendimento de carcaça e dos principais cortes, peso de órgãos linfoides, digestórios e do coração, aos 42 dias de idade. Foram utilizadas 700 aves, machos, da linhagem Ross distribuídas em delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 2 + 1, com sete tratamentos e cinco repetições, com 20 aves por unidade experimental. A suplementação de 400 mg de vitamina C/kg de ração, independentemente do nível de zinco, promove aumento do ganho de peso, consumo de ração, índice de eficiência produtiva e do peso da Bursa de frangos de corte, no período de 22 a 42 dias de vida, em condições de estresse por calor, sem interferir no rendimento da carcaça e dos principais cortes. Os níveis de zinco, a partir 79,4 até 120 mg/kg de ração, associados a 400 mg de vitamina C/kg de ração, na fase de 22 a 42 dias de vida de frangos de corte, em condições de estresse por calor, interferem, positivamente, no peso do timo, enquanto para o peso da carcaça e do peito, esse incremento ocorre a partir do nível 95 mg de zinco/kg de ração. Por outro lado, o peso do intestino reduz proporcionalmente com o aumento de zinco na dieta.

Palavras chave: desempenho, órgãos linfoides, órgãos digestórios.

Vitamin C and Zinc in diets for broiler chickens under natural conditions of heat stress

Abstract - The research was developed to evaluate the effect of the supplementation of organic zinc associated with vitamin C in diet of broiler chickens, in the period from 22 to 42 days of age, stressed by natural conditions of heat, on the performance parameters, carcass characteristics and weight of digestive and metabolically active organs. With a mean initial weight of 974.86 g ± 8.46, 700 male Ross chickens were utilized. The birds were distributed in a randomized block design, in a 3 x 2 + 1 factorial scheme, with seven treatments and five replications, with 20 birds per experimental plot. Three levels of zinc in the organic form (40, 80 and 120 mg/kg) associated with two levels of vitamin C (200 and 400 mg/kg) and a control diet were evaluated. The supplementation of 400 mg of vitamin C/kg of feed, regardless of the zinc level, promotes an increase in the weight gain, feed intake, production efficiency index and Bursa broiler weight, in the period from 22 to 42 days, in conditions of stress by heat, without interfering in the yield of the carcass and of the main cuts. Zinc levels, from 79.4 to 120 mg/kg ration, associated with 400 mg vitamin C/kg feed, during the period from 22 to 42 days of broiler life, under heat stress conditions, interferes positively in the weight of the thymus, while for weight of carcass and breast, this increase occurs from the level 95 mg of zinc/kg of ration. On the other

hand, the weight of the intestine reduces proportionately with the increase of zinc in the diet.

Keywords: performance, lymphoid organs, digestive organs.

Introdução

O consumo mundial da carne de frango tem aumentado, gradativamente, no cenário internacional, atingindo em 2017, a marca de 89,9 milhões de toneladas, em que os Estados Unidos e o Brasil constituem os dois maiores produtores (USDA, 2018). É importante ressaltar que, desde a década de 1990, o Brasil tem se destacado na produção de carne de frango, influenciado pelo aumento do consumo, tanto no mercado interno como pelo desempenho alcançado no mercado externo (PEREIRA; DEL GROSSI; DE CASTRO, 2019). No relatório anual da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), em 2017, o Brasil produziu 12,9 milhões de toneladas de carne de frango (ABPA, 2018).

A produção de frangos de corte brasileira ocorre nas mais diferenciadas regiões do país, as quais são caracterizadas por grandes variações nas temperaturas médias, entre e dentro dos próprios anos. Neste sentido, a região Nordeste, em que a avicultura tem se firmado como importante atividade social e econômica, se caracteriza por apresentar elevadas temperaturas cíclicas, exercendo, conseqüentemente, impacto negativo sobre a produção das aves, visto que em condições de elevadas temperaturas, o consumo voluntário de ração diminui consideravelmente e as aves, muitas vezes, não consomem a quantidade de nutrientes necessária para o máximo desempenho.

Considerando os efeitos adversos deste fator ambiental, o meio técnico e científico tem se mobilizado na busca de alternativas, que têm como foco, atenuar os efeitos das altas temperaturas ambientais, sobre as respostas fisiológicas e produtivas das aves.

Assim, quando a temperatura ultrapassa os limites definidos para zona de conforto térmico, o desempenho produtivo das aves fica comprometido, visto que elas são detentoras de um sistema termorregulador mais adaptado para reter calor do que para dissipá-lo, devido à ausência de glândulas sudoríparas, bem como pelo fato da cobertura corporal ser dotada de penas, o que expõe esses animais a estresse por calor (LOPES; RIBEIRO; LIMA, 2015a).

Diante dessa situação, dentre as alternativas disponíveis para os sistemas de produção, o manejo nutricional vem ocupando grande espaço, com o uso de determinados minerais e vitaminas, caracterizados como nutrientes funcionais.

A vitamina C ou ácido ascórbico é classificada como uma vitamina não essencial para aves, porque pode ser sintetizada em quantidade suficiente para atender a demanda do organismo (RUTZ et al., 2014). Entretanto, a suplementação com vitamina C na dieta pode proporcionar benefícios aos frangos de corte, como por exemplo, melhorando o perfil do colágeno e da fertilidade em machos, diminuindo o nível de cortisol e aumentando a tolerância ao estresse térmico (KHAN et al., 2012; RUTZ et al., 2014; MAHMOUD et al., 2014). Além disso, em condições de estresse, principalmente as decorrentes de elevada temperatura, pode ocorrer interferência no sistema enzimático envolvido na biossíntese desta vitamina, de forma a ocorrer alterações nas exigências desse nutriente (IMIK et al., 2013).

A utilização de microminerais complexados a moléculas orgânicas pode melhorar o desempenho, sobretudo quando as aves são criadas em ambiente de temperaturas elevadas (BOIAGO et al., 2013). O zinco é um micromineral necessário para o crescimento e manutenção da homeostasia. Dentre as suas funções, destacam-se: o desenvolvimento ósseo, a plumagem, a participação no metabolismo como cofator para diversas enzimas e na regulação do apetite das aves (BATAL et al., 2001).

Nesse contexto, presume-se que a inclusão da vitamina C e de zinco nas rações de aves sob estresse provocado por calor pode constituir-se em importante alternativa nutricional para melhorar o desempenho das aves nestas condições. Assim, o presente estudo foi realizado com o objetivo de se avaliar o efeito da suplementação de zinco orgânico e vitamina C, em dieta de frangos de corte, na fase de 22 a 42 dias, estressados por condições naturais de calor, sobre o desempenho produtivo das aves, rendimento de carcaça, principais cortes, vísceras e órgãos linfóides.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada nos galpões do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, em Teresina, entre os meses de junho e julho de 2018. O projeto encontra-se em consonância com as normas éticas recomendadas para animais, sendo submetido e aprovado pela Comissão de Ética em Uso de Animais – CEUA/UFPI (Parecer de Aprovação N° 355/17).

No período pré-experimental, correspondendo ao período de 1 a 21 dias, os pintos foram alojados em galpão convencional, recebendo água e ração padrão, formulada para atender as exigências nutricionais de acordo com a fase da criação, segundo Rostagno et al. (2017). No incubatório, as aves foram vacinadas contra doença de Marek e de Gumboro.

No 22º dia, foram selecionados 700 pintos machos da linhagem Ross, com peso médio inicial de $974,86 \pm 8,46$ g e distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial $3 \times 2+1$, com sete tratamentos e cinco repetições de 20 aves por parcela experimental, totalizando 35 boxes. Cada boxe possuía área de $2,70 \text{ m}^2$, provido de comedouros tubulares e bebedouros suspensos, sendo localizado em galpão de alvenaria coberto de telhas de cerâmica e piso cimentado.

Os tratamentos consistiram da associação de dois níveis de vitamina C (200 e 400 mg/kg de ração) com três de zinco na forma orgânica (40, 80 e 120 mg/kg de ração) e uma dieta controle, resultando nos seguintes tratamentos: T1: Dieta Controle (DB); T2: DB + 40 mg de zinco/kg de ração + 200 mg de vitamina C/kg de ração; T3: DB + 40 mg de zinco/kg de ração + 400 mg de vitamina C/kg de ração; T4: DB + 80 mg de zinco/kg de ração + 200 mg de vitamina C/kg de ração; T5: DB + 80 mg de zinco/kg de ração + 400 mg de vitamina C/kg de ração; T6: DB + 120 mg de zinco/kg de ração + 200 mg de vitamina C/kg de ração; T7: DB + 120 mg de zinco/kg de ração + 400 mg de vitamina C/kg de ração. A inclusão da vitamina C e do selênio nas rações se deu pela substituição com o material inerte.

As rações experimentais (Tabelas 1 e 2), à base de milho e de farelo de soja, foram formuladas para atender às exigências nutricionais das aves, de acordo com cada fase da criação, segundo Rostagno et al. (2017).

Os parâmetros de desempenho avaliados nos períodos de 22 a 33 e de 22 a 42 dias de idade foram: ganho de peso (kg/ave), consumo de ração (kg/ave), conversão alimentar (kg/kg), viabilidade criatória (%) e índice de eficiência produtiva. Também, foram avaliados o rendimento de carcaça, dos principais cortes e peso dos órgãos do sistema digestório e coração e dos órgãos linfóides, no final do experimento.

O consumo de ração no período de 22 a 33 e de 22 a 42 dias de idade foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida no início e as sobras do período experimental. Para determinar o ganho de peso, as aves foram pesadas no início e no final de cada fase. A partir dos dados de consumo de ração e de ganho de peso, foi calculada a conversão alimentar dos animais.

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

Tabela 1 - Composição das rações experimentais para frangos de corte, no período de 22 a 33 dias, de acordo com os níveis de vitamina C e de zinco

Ingrediente	Vitamina C (mg/kg de ração)						
	0	200	400	200	400	200	400
	Zinco (mg/kg de ração)						
	0	40	80	120	40	80	120
Milho	62,20	62,20	62,20	62,20	62,20	62,20	62,20
Farelo de soja 48%	29,54	29,54	29,54	29,54	29,54	29,54	29,54
Óleo Vegetal	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25
Fosfato bicálcico	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
Calcário calcítico	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
NaCl	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
L-Lisina - HCL (79%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Premix min./vitam. ¹	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Caulim	0,1600	0,1596	0,1592	0,1591	0,1594	0,1593	0,1589
Vitamina C	0	0,00015	0,00030	0,00015	0,00030	0,00015	0,00030
Zinco	0	0,00025	0,0005	0,00075	0,00025	0,0005	0,00075
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada²							
PB (%)	18,61	18,61	18,61	18,61	18,61	18,61	18,61
EM (Kcal/kg)	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150
FB (%)	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42
Ca (%)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
P disponível (%)	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Lisina (%)	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
Metionina (%)	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Met. + Cist. (%)	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Triptofano (%)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Treonina (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Arginina (%)	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
Cloro (%)	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

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

²Segundo Rostagno et al. (2017).

Tabela 2 - Composição das rações experimentais para frangos de corte, no período de 24 a 42 dias, de acordo com os níveis de vitamina C e de zinco

Ingrediente	Vitamina C (mg/kg de ração)						
	0	200	400	200	400	200	400
	Zinco (mg/kg de ração)						
	0	40	80	120	40	80	120
Milho	68,70	68,70	68,70	68,70	68,70	68,70	68,70
Farelo de soja 48%	24,44	24,44	24,44	24,44	24,44	24,44	24,44
Óleo Vegetal	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71
Fosfato bicálcico	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Calcário calcítico	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
NaCl	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
L-Lisina - HCL (79%)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Premix min./vitam. ¹	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Caulim	1,1100	1,1096	1,1092	1,1091	1,1094	1,1094	1,1089
Vitamina C	0	0,00015	0,00030	0,00015	0,00030	0,00015	0,00030
Zinco	0	0,0003	0,0005	0,0008	0,0003	0,0005	0,0008
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada²							
PB (%)	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79
EM (Kcal/kg)	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
FB (%)	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31
Ca (%)	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
P disponível (%)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Lisina (%)	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Metionina (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Met. + Cist. (%)	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
Triptofano (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Treonina (%)	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
Arginina (%)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Cloro (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Sódio (%)	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74

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

²Segundo Rostagno et al. (2017)

Para o controle da temperatura e de correntes de ar, utilizaram-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 duas vezes ao dia (8 e 16 horas), durante todo o período experimental. As temperaturas foram, posteriormente, convertidas em Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), conforme recomendações propostas por Buffington et al. (1981), com o valor calculado de acordo com a equação: $ITGU = 0,72 (T_{bu} +$

Tgn) + 40,6 (em que o Tbu = temperatura de bulbo úmido, em °C; Tgn = temperatura de globo negro, em °C). O programa de luz adotado foi o contínuo (24 horas de luz natural + artificial), utilizando-se lâmpadas incandescentes de 60 W.

No 40º dia, duas aves de cada unidade experimental (70 no total), foram selecionadas aleatoriamente, em seguida submetidas a jejum alimentar de 12 horas, e em sequência essas aves foram abatidas, segundo a linha de processamento de abate: insensibilização, pendura, sangria, escalda, depenagem e evisceração, respeitando a legislação vigente, e os órgãos linfóides (baço, bolsa cloacal e timo) foram coletados, pesados em balança analítica de precisão, para a determinação do peso absoluto e relativo, sendo este último calculado em função do peso vivo da ave em jejum.

No 42º dia, o experimento foi finalizado, e para avaliar o peso absoluto e o rendimento da carcaça, principais cortes (peito, coxa, sobrecoxa, asa e entreasa) e de órgãos (coração, proventrículo, moela, fígado e intestino), duas aves de cada unidade experimental (70 no total), com peso corporal próximo ao da média da parcela ($\pm 5\%$) foram submetidas a jejum alimentar de 12 horas, sendo, posteriormente, pesadas e sacrificadas, respeitando a legislação vigente. Na determinação do rendimento de carcaça, levou-se em consideração o peso da carcaça eviscerada com pés, cabeça e pescoço.

Para as variáveis ambientais, foram calculados a média e o desvio padrão. Os parâmetros de desempenho produtivo, característica de carcaça e peso dos órgãos, foram submetidos à avaliação de homogeneidade e teste de normalidade. Em sequência, foi realizada análise da variância dos dados, aplicando-se teste de Tukey para comparação das médias entre os níveis de suplementação de vitamina C, enquanto para os níveis de zinco, foi realizada análise de regressão polinomial. No confronto de cada tratamento com a dieta controle, aplicou-se o teste de Dunnett, utilizando os procedimentos do software Statistical Analysis System. Considerou-se o $\alpha = 0,05$.

Resultados e Discussão

Durante a primeira, segunda e terceira semana, observou-se que a média das temperaturas máximas diárias atingiu, respectivamente, os valores de $32,61 \pm 0,90^\circ\text{C}$, $31,64 \pm 1,50^\circ\text{C}$ e $32,69 \pm 1,62^\circ\text{C}$ (Tabela 3), enquanto os valores médios de ITGU, considerando a sequência dos mesmos períodos, foram respectivamente, de $77,45 \pm 3,49$, $78,63 \pm 2,75$ e $77,71 \pm 3,55$ (Tabela 3).

Os valores observados são considerados acima dos níveis recomendados para o ambiente de conforto térmico das aves, que segundo Oliveira, Donzele e Abreu (2006), para

frangos de corte na idade de 22 a 42 dias de idade, a zona de conforto térmico é caracterizada por temperatura média de $21,6 \pm 0,89^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar de $68,5 \pm 1,73\%$ e ITGU de $69,8 \pm 0,95$. Neste contexto, de acordo com Lopes, Ribeiro e Lima, (2015a), o estresse térmico ocorre quando a temperatura ambiente ultrapassa a temperatura de conforto, estando acima ou abaixo da zona termoneutra. Assim, quando as aves produzem mais calor do que podem dissipar, sofrem estresse por calor. Dessa forma, à medida que a temperatura ambiental se eleva, mecanismos fisiológicos das aves são ativados para a redução na produção de calor metabólico no intuito de manter a homeostase (CASSUCE, 2013).

Considerando o exposto, a presente pesquisa foi desenvolvida em condições de desconforto térmico, e os animais, submetidos a estresse por calor.

Tabela 3 - Valores médios da temperatura, umidade relativa do ar e índice de Globo e Umidade (ITGU) durante o período experimental

Semana	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)		Umidade Relativa (%)	ITGU
	Mínima	Máxima		
1 ^a	$21,97 \pm 2,02$	$32,61 \pm 0,90$	$61,50\% \pm 16$	$77,45 \pm 3,49$
2 ^a	$25,13 \pm 1,35$	$31,64 \pm 1,50$	$70,07\% \pm 12$	$78,63 \pm 2,75$
3 ^a	$23,30 \pm 1,72$	$32,69 \pm 1,62$	$59,79\% \pm 18$	$77,71 \pm 3,55$
Média	$23,47 \pm 1,70$	$32,32 \pm 1,34$	$64\% \pm 15$	$77,93 \pm 3,26$

Em relação ao desempenho no período de 22 a 33 dias de idade, não houve interação entre os níveis de zinco e de vitamina C ($P > 0,05$) para os parâmetros consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, viabilidade criatória e índice de eficiência produtiva (Tabela 4).

Na avaliação dos fatores, de forma isolada, verificou-se que os níveis de zinco e de vitamina C não influenciaram no consumo de ração, conversão alimentar e na viabilidade criatória ($P > 0,05$). No entanto, os níveis de vitamina C interferiram no ganho de peso ($P < 0,05$), em que o nível 400 mg de vitamina C proporcionou melhores valores para este parâmetro, indicando assim, que a vitamina C, de forma positiva, influencia o desempenho de frangos de corte.

Neste sentido, com relação à suplementação dietética de ácido ascórbico em situações de estresse por calor, os resultados do presente estudo estão, em parte, de acordo com os achados de Ghazi, Amjadian e Norouzi (2015), os quais também relataram que a vitamina C melhorou o desempenho das aves. Quanto à melhoria no ganho de peso, fica evidenciada a ação benéfica da vitamina C em frangos de corte, estando esta constatação em consonância com

Félix, Maiorka e Sorbaram (2009), ao relatarem que a suplementação de vitamina C em dieta de frangos de corte pode elevar a taxa de crescimento, aumentando o ganho de peso dos frangos, pela redução dos efeitos deletérios dos fatores estressantes, principalmente, em virtude de sua ação antioxidante.

Na literatura, os dados de influência do zinco sobre o desempenho de aves submetidas a estresse têm sido conflitantes, devido dentre outros fatores, pelas diferenças na intensidade, duração e tipo de estresse, em que as aves foram submetidas (GOMES et al., 2009).

Assim, em relação ao zinco, verificou-se que os níveis deste elemento, no período de 22 a 33 dias de vida de frangos de corte, interferiram de forma quadrática no índice de eficiência alimentar ($P < 0,05$), de acordo com a equação: $y = 0,0097x^2 - 1,475x + 237,1$ ($R^2 = 0,99$). O menor valor do índice de eficiência produtiva foi obtido com 76 mg de zinco/kg de ração. Além disso, houve efeito de forma quadrática para o ganho de peso, representado pela equação: $y = y = 0,00003x^2 - 0,0046x + 1,267$ ($R^2 = 0,99$), em que o menor valor do ganho de peso foi observado no nível 77,4 mg de Zn/kg de ração.

No confronto do tratamento controle com os demais, constatou-se que não houve diferença ($P > 0,05$) para as variáveis relacionadas ao desempenho.

Para todos os parâmetros relacionados ao desempenho das aves, no período de 22 a 42 dias de idade (Tabela 4), também, não houve interação dos níveis de zinco e de vitamina C ($P > 0,05$). No entanto, de forma isolada, a vitamina C influenciou o consumo de ração, ganho de peso e índice de eficiência produtiva, em que o nível 400 mg de vitamina C/kg de ração apresentou melhores resultados ($P > 0,05$). Porém, os níveis de zinco não afetaram os parâmetros avaliados ($P > 0,05$).

No confronto da dieta controle com as demais, constatou-se que não houve diferença ($P > 0,05$) para as variáveis relacionadas ao desempenho, exceto para o índice de eficiência produtiva, em que se verificou que as aves suplementadas com dietas contendo 80 mg de zinco/kg de ração associadas a 400 mg de vitamina C/kg de ração apresentaram melhor índice de eficiência produtiva ($P < 0,05$). Tal fato, sugere que a suplementação desses nutrientes em conjunto, pode amenizar os efeitos causados pelo estresse por calor. Neste sentido, Boiago et al. (2013) afirmaram que a utilização de microminerais complexados a moléculas orgânicas, como o zinco, proporciona melhor desempenho produtivo, sobretudo quando as aves são criadas em ambiente de elevadas temperaturas.

Os resultados encontrados nesta pesquisa divergem dos observados por Fernandes et al. (2013), que ao estudarem o efeito de suplementação da vitamina C, em ambientes de altas temperatura, não encontraram melhora nos índices zootécnicos de frangos de corte. Do mesmo

modo, Souza et al. (2011), ao analisarem os efeitos da suplementação das vitaminas C ou E rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura, observaram que a suplementação das vitaminas C e E influenciou somente a conversão alimentar.

Tabela 4 - Desempenho de frangos de corte de 22 a 33 e de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente de estresse por calor, alimentados com dietas contendo níveis de vitamina C associada a diferentes níveis de zinco

Parâmetros	Controle	Vitamina C (mg/k)	Zinco (mg/kg) g			Média	CV (%)	Valor p	
			40	80	120			L	Q
22 a 33 dias									
Consumo de Ração (kg)	1,961	200	1,948	1,928	1,962	1,946 ^a	3,0	0,94	0,37
		400	1,998	1,978	1,988	1,988 ^a			
Média			1,973	1,953	1,975				
Ganho de Peso (kg)	1,093	200	1,134	1,050	1,106	1,096 ^b	5,0	0,78	0,04
		400	1,128	1,126	1,170	1,141 ^a			
Média			1,131	1,088	1,138				
Conversão Alimentar (kg/kg)	1,800	200	1,720	1,838	1,782	1,780 ^a	4,9	0,85	0,10
		400	1,774	1,762	1,698	1,744 ^a			
Média			1,747	1,800	1,740				
Viabilidade Criatória (%)	100	200	98	99	100	99 ^a	2,1	0,11	0,35
		400	99	98	100	99 ^a			
Média			98,5	98,5	100				
Índice de Eficiência Produtiva (%)	185	200	196,8	171,4	189,7	185,9 ^a	5,9	0,48	0,04
		400	190,5	190,8	209,6	196,9 ^a			
Média			193,6	181,1	199,6				
22 a 42 dias									
Consumo de Ração (kg)	3,118	200	2,996	3,080	3,136	3,070 ^b	3,5	0,31	0,54
		400	3,232	3,146	3,192	3,190 ^a			
Média			3,114	3,113	3,164				
Ganho de Peso (kg)	1,814	200	1,824	1,806	1,856	1,828 ^b	3,3	0,91	0,88
		400	1,938	1,952	1,912	1,934 ^a			
Média			1,881	1,879	1,884				
Conversão Alimentar (kg/kg)	1,719	200	1,644	1,706	1,692	1,680 ^a	4,2	0,45	0,74
		400	1,670	1,614	1,670	1,651 ^a			
Média			1,657	1,660	1,681				
Viabilidade Criatória (%)	100	200	98	99	100	99 ^a	2,1	0,11	0,35
		400	98	98	100	99 ^a			
Média			98,5	98,5	100				
Índice de Eficiência Produtiva (%)	252	200	259,9	249,1	261,4	256,8 ^b	7,2	0,93	0,92
		400	273,7	283,4*	273,6	276,9 ^a			
Média			266,8	266,2	267,5				

¹Médias seguidas de asterisco diferem entre si pelo teste de Dunnett (P<0,05).

²Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

³L, Q: probabilidade de ordem linear e quadrática relativos à inclusão de zinco na dieta.

Na avaliação dos órgãos linfóides, verificou-se que não houve interação entre os níveis de vitamina C e os de zinco (P>0,05) para os pesos absoluto e relativo do baço e da Bursa, bem como para o peso relativo do timo de frangos de corte aos 42 dias de idade (Tabela 5). No

entanto, houve interação entre os níveis dos dois nutrientes estudados ($P < 0,05$) para o peso absoluto do timo.

Tabela 5 - Peso absoluto e relativo de órgãos linfoides de frangos de corte aos 42 dias de idade, mantidos em ambiente de alta temperatura, recebendo ração suplementada com diferentes níveis de zinco e de vitamina C

Parâmetros	Controle	Vitamina C (mg/k)	Zinco (mg/kg) g			Média	CV (%)	Valor p	
			40	80	120			L	Q
PESO ABSOLUTO (g)									
Timo	5,098	200	5,665 ^a	4,631 ^b	6,693 ^a	5,663	46,9	0,46	0,20
		400	5,387	8,417*	5,847				
Média			5,526	6,524	6,270				
Bursa	2,306	200	2,179	1,948	1,934	2,020 ^b	50,3	0,99	0,77
		400	2,588	2,640	2,842	2,690 ^a			
Média			2,383	2,294	2,388				
Baço	3,002	200	3,089	2,889	3,177	3,052 ^a	35,5	0,72	0,41
		400	3,248	3,072	3,411	3,244 ^a			
Média			3,169	2,980	3,294				
PESO RELATIVO (%)									
Timo	0,197	200	0,201	0,178	0,234	0,204 ^a	45,6	0,58	0,39
		400	0,198	0,284	0,199	0,227 ^a			
Média			0,199	0,231	0,216				
Bursa	0,089	200	0,077	0,073	0,068	0,073 ^a	48,4	0,79	0,82
		400	0,094	0,090	0,097	0,094 ^a			
Média			0,086	0,082	0,082				
Baço	0,112	200	0,110	0,108	0,112	0,110 ^a	32,1	0,54	0,69
		400	0,105	0,105	0,117	0,109 ^a			
Média			0,107	0,107	0,114				

¹ Médias seguidas de asterisco diferem entre si pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$).

² Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

³ L, Q: probabilidade de ordem linear e quadrática relativos à inclusão de zinco na dieta.

Constatou-se que não houve efeito dos níveis de vitamina C ($P > 0,05$) para o peso absoluto do baço e o relativo do timo, Bursa e baço. O mesmo comportamento foi observado com os níveis de zinco ($P > 0,05$) para o peso absoluto e relativo da Bursa e do baço e o relativo do timo. No confronto do tratamento controle com os demais, observou-se que o tratamento controle apresentou valor inferior para o peso do timo, em relação à combinação de 80 mg de zinco/kg de ração com 400 mg de vitamina C ($P < 0,05$), enquanto para os demais parâmetros não houve diferença ($P > 0,05$).

No desdobramento da interação para o peso absoluto do timo, observou-se que nos níveis de 40 e 120 mg de zinco/kg de ração, não houve diferença entre os dois níveis de vitamina C avaliados, enquanto para 80 mg de zinco/kg de ração, o nível de 400 mg de vitamina C/kg de ração apresentou valor superior ($P < 0,05$). No nível de 200 mg de vitamina C/kg de ração não

houve efeito dos níveis de zinco, enquanto no de 400 mg de vitamina C/kg de ração, observou-se efeito quadrático, representado pela equação: $y = -0,0018x^2 + 0,2858x - 3,243$ ($R^2 = 0,99$), com o maior valor do timo alcançado no nível de 79,4 de zinco/kg de ração.

Os resultados obtidos estão em consonância com os encontrados por Souza et al. (2011), que não observaram efeito significativo das vitaminas E e C sobre o peso absoluto e relativo do baço das aves aos 21 e 42 dias de idade. Em contraposição, Teixeira e Abreu (2011), estudando a suplementação da ração com vitamina C para frangos de corte estressados por calor, observaram que o incremento de vitamina C na dieta não influenciou os pesos absoluto e relativo da Bursa, timo e baço, das aves, aos 21 e 45 dias de idade, fato não observado no presente estudo. Também, estes resultados diferem dos encontrados por Salabi et al. (2011), que avaliando o efeito diferentes níveis de zinco orgânico em frangos de corte submetidos a condições de estresse térmico, observaram aumento do peso relativo da Bursa e do baço das aves suplementadas com zinco.

Sobre o papel do zinco no peso dos órgãos linfoides, Smith (2003) relataram que o peso relativo do timo, baço e Bursa não proporcionou diferença significativa em resposta aos diferentes níveis de zinco na dieta, apesar que as aves suplementadas com alto teor de zinco na dieta (181 mg/kg), em termos absolutos, apresentaram pequeno aumento do peso relativo do timo, quando comparadas com às suplementadas com 68 e 34 mg/kg de zinco na dieta. Já, Feng et al. (2011) constataram que o peso relativo da Bursa, timo e baço teve aumento linear com o incremento dos níveis de zinco na dieta, no entanto, este fato não foi confirmado no presente estudo.

Para o peso absoluto da Bursa encontrado nesse estudo, verificou-se que, de forma isolada, o nível de 400 mg de vitamina C/kg de ração apresentou valor superior ($P > 0,05$), quando comparado com o de 200 mg de vitamina C/kg de ração (Tabela 5). Este achado, segundo Abidin e Khatoon (2013), pode ser atribuído à função antioxidante e imunomoduladora dessa vitamina.

Para Teixeira e Abreu (2011), a inclusão da vitamina C nas rações de aves sob estresse por calor é uma alternativa nutricional, que visa melhorar o desempenho e a resposta imune das aves expostas a estas condições. Além disso, tem-se constatado alta concentração de vitamina C nas células imunes, que é consumida, prontamente, durante infecções, porém, ainda é incerto, o mecanismo como a vitamina C interage com o sistema imunológico (PREEDY; WATSON; ZIBADI, 2010).

Com relação ao peso absoluto e o rendimento da carcaça e dos principais cortes, também, verificou-se que não houve interação ($P>0,05$) entre os níveis de zinco e de vitamina C para os parâmetros avaliados (Tabela 6).

Tabela 6 - Peso absoluto e rendimento de carcaça e principais cortes de frangos de corte aos 42 dias, mantidos em ambiente de alta temperatura, recebendo ração suplementada com diferentes níveis de zinco e de vitamina C

Parâmetros	Controle	Vitamina C (mg/k)	Zinco (mg/kg) g			Média	CV (%)	Valor p	
			40	80	120			L	Q
Carcaça	2,125	200	2,194	2,124	2,182	2,167 ^a	3,6	0,80	0,01
		400	2,222	2,177*	2,221*	2,206 ^a			
Média			2,208	2,151	2,201				
Peito	0,741	200	0,787	0,748	0,787	0,774 ^a	6,1	0,84	0,03
		400	0,778	0,756	0,771	0,768 ^a			
Média			0,783	0,752	0,780				
Coxa	0,258	200	0,268	0,273	0,273	0,271 ^a	6,2	0,87	0,89
		400	0,272	0,269	0,269	0,279 ^a			
Média			0,270	0,271	0,271				
Sobrecoxa	0,308	200	0,299	0,303	0,294	0,299 ^a	8,0	0,16	0,36
		400	0,323	0,295	0,305	0,307 ^a			
Média			0,311	0,299	0,299				
Asa	0,093	200	0,097	0,096	0,097	0,097 ^b	5,2	0,79	0,49
		400	0,100	0,099	0,100	0,100 ^a			
Média			0,098	0,098	0,099				
Entreasa	0,103	200	0,103	0,104	0,101	0,103 ^a	8,9	0,47	0,59
		400	0,108	0,109	0,106	0,108 ^a			
Média			0,105	0,106	0,104				
Rendimento (%)									
Carcaça	78,82	200	80,38	79,01	79,30	79,56 ^a	2,5	0,42	0,29
		400	79,28	78,94	79,29	79,15 ^a			
Média			79,80	79,98	79,30				
Peito	34,90	200	35,82	35,24	36,01	0,77 ^a	4,5	0,85	0,39
		400	34,79	34,73	34,72	0,76 ^a			
Média			35,34	34,98	35,44				
Coxa	12,20	200	12,23	12,84	12,50	12,52 ^a	6,6	0,79	0,14
		400	12,24	12,37	12,11	12,41 ^a			
Média			12,24	12,60	12,31				
Sobrecoxa	14,50	200	13,63	14,28	13,49	13,80 ^a	7,5	0,17	0,79
		400	14,52	13,56	13,74	13,95 ^a			
Média			1,08	13,92	13,61				
Asa	4,39	200	4,43	4,53	4,49	4,48 ^a	5,5	0,66	0,37
		400	4,50	4,56	4,52	4,53 ^a			
Média			4,47	4,55	4,50				
Entreasa	4,86	200	4,73	4,89	4,67	4,76 ^a	9,7	0,56	0,17
		400	4,87	4,99	4,75	4,88 ^a			
Média			4,80	4,94	4,71				

¹Médias seguidas de asterisco diferem entre si pelo teste de Dunnett ($P<0,05$).

²Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

³L, Q: probabilidade de ordem linear e quadrática relativos à inclusão de zinco na dieta.

Constatou-se, de forma isolada, que os níveis de zinco não influenciaram os valores do peso absoluto e rendimento da coxa, sobrecoxa, asa e entreasa, bem como no rendimento da carcaça e do peito ($P>0,05$). No entanto, houve efeito quadrático para o peso da carcaça e do peito ($P<0,05$), segundo as respectivas equações: $y = 0,00003x^2 - 0,0054x + 2,372$ ($R^2 = 0,99$) e $y = 0,003x^2 - 0,00002x + 0,873$ ($R^2 = 0,99$). Para o peso da carcaça, o menor valor foi obtido no nível 90 mg de zinco/kg de ração e para o peso do peito, ocorreu no nível 75 mg de zinco/kg de ração.

No tocante a vitamina C, observou-se que houve efeito, apenas para a asa, em que o nível de 400 mg de vitamina C/kg de ração apresentou maior peso ($P<0,05$). Porém, no confronto do tratamento controle com os demais para o peso da carcaça, verificou-se a associação do nível 400 mg de vitamina C/kg de ração com os níveis de zinco 80 e 120 mg/kg de ração apresentou valor superior ($P<0,05$), indicando o efeito benéfico da associação destes nutrientes.

Os resultados obtidos se contrapõe aos dados obtidos por Souza et al. (2011), que ao avaliarem a suplementação das vitaminas C ou E na ração de frangos de corte, mantidos em ambiente de alta temperatura, não observaram efeito da suplementação das vitaminas sobre os pesos absoluto e relativo da carcaça das aves aos 42 dias de idade.

Para o coração e órgãos digestórios, não foi observada interação entre os níveis de vitamina C e os de zinco ($P>0,05$). Assim, de forma isolada, constatou-se que os níveis de vitamina C (Tabela 7) não influenciaram os pesos absolutos e relativos dos órgãos digestórios e coração ($P>0,05$), enquanto os de zinco influenciaram de forma linear, apenas, o peso absoluto do intestino, segundo a equação: $y = -0,00008x + 0,099$ ($R^2 = 0,75$), indicando que à medida que houve incremento de zinco na dieta ocorreu redução do peso intestino das aves aos 42 dias de idade. No confronto do tratamento controle com os demais, constatou-se que não houve diferença ($P>0,05$) para os parâmetros avaliados.

Neste contexto, para Marchini et al. (2009), a temperatura ambiente elevada tem efeito prejudicial sobre a estrutura da mucosa duodenal de frangos de corte até a quarta semana de idade e sobre o peso corporal ao final do ciclo produtivo.

Quanto à não interação dos níveis de vitamina C e os de zinco para os parâmetros avaliados (Tabela 7), os resultados são similares aos encontrados por Lopes, Ribeiro e Lima (2015b), que trabalhando com zinco e vitamina E, em dietas para frangos de corte criados em condições de estresse por calor, observaram que não houve interação entre os níveis nutrientes estudados para os pesos absolutos e relativos dos órgãos: timo, baço, bolsa cloacal, fígado, moela, pâncreas e coração de frangos de corte, enquanto que a suplementação associada nos

níveis de 120 mg de zinco e 600 mg de vitamina E, assim como, a não suplementação destes nutrientes, conferiram menor peso absoluto de intestino.

Tabela 7 - Peso absoluto e relativo do coração e dos principais órgãos digestórios de frangos de corte aos 42 dias, mantidos em ambiente de alta temperatura, recebendo ração suplementada com diferentes níveis de zinco e de vitamina C

Parâmetros	Controle	Vitamina C (mg/k)	Zinco (mg/kg) g			Média	CV (%)	Valor p	
			40	80	120			L	Q
Peso Absoluto (g)									
Coração	0,011	200	0,011	0,011	0,010	0,011 ^a	20,5	0,74	0,73
		400	0,011	0,012	0,012	0,011 ^a			
Média			0,011	0,011	0,011				
Fígado	0,056	200	0,064	0,068	0,061	0,064 ^a	14,5	0,12	0,53
		400	0,073	0,067	0,066	0,069 ^a			
Média			0,068	0,068	0,064				
Intestino	0,089	200	0,095	0,098	0,086	0,093 ^a	9,3	0,15	0,04
		400	0,093	0,092	0,091	0,092 ^a			
Média			0,095	0,095	0,089				
Moela + Pro ventrículo	0,055	200	0,051	0,051	0,052	0,051 ^a	15,4	0,90	0,67
		400	0,053	0,055	0,052	0,054 ^a			
Média			0,052	0,053	0,052				
Peso Relativo (%)									
Coração	0,50	200	0,540	0,526	0,494	0,52 ^a	19,8	0,74	0,73
		400	0,494	0,556	0,562	0,53 ^a			
Média			0,517	0,541	0,528				
Fígado	2,64	200	2,975	3,253	2,835	3,021 ^a	13,7	0,11	0,20
		400	3,273	3,087	2,992	3,118 ^a			
Média			3,124	3,174	2,913				
Intestino	4,20	200	4,427	4,652	3,995	4,35 ^a	10,7	0,07	0,06
		400	4,214	4,210	4,122	4,18 ^a			
Média			4,320 ^{ab}	4,431 ^a	4,058 ^b				
Moela + Proventrículo	2,60	200	2,367	2,456	2,435	2,41 ^a	15,9	0,87	0,39
		400	2,409	2,520	2,381	2,43 ^a			
Média			2,388	2,488	2,408				

¹Médias seguidas de asterisco diferem entre si pelo teste de Dunnett (P<0,05).

²Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

³L, Q: probabilidade de ordem linear e quadrática relativos à inclusão de zinco na dieta.

Conclusões

A suplementação de 400 mg de vitamina C/kg de ração, independentemente do nível de zinco, promove aumento do ganho de peso, consumo de ração, índice de eficiência produtiva e do peso da Bursa de frangos de corte, no período de 22 a 42 dias de vida, em condições de estresse por calor, sem interferir no rendimento da carcaça e dos principais cortes.

Os níveis de zinco, a partir 79,4 mg, associados a 400 mg de vitamina C/kg de ração, na fase de 22 a 42 dias de vida de frangos de corte, em condições de estresse por calor, interferem, positivamente, no peso do timo, enquanto para o peso da carcaça e do peito, esse incremento

ocorre a partir do nível 95 mg de zinco/kg de ração. Por outro lado, o peso intestino reduz proporcionalmente com o aumento de zinco na dieta.

Referências

ABIDIN, Z.; KHATOON, A. Heat stress in poultry and the beneficial effects of ascorbic acid (vitamin c) supplementation during periods of heat stress. **World's poultry science journal**, v. 69, n. 1, p. 135 -152, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). Relatórios anuais. Disponível em: < <http://abpabr.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais>>. Acesso em /01/2019.

BATAL A.B.; PARR T.M.; BAKER D.H, Zinc bioavailability in tetrabasic zinc chloride and the dietary zinc requirement of young chicks fed a soy concentrate diet, **Poultry Science**, 87–90, 2001.

BOIAGO, M. M.; BORBA, H.; SOUZA, P. A.; SCATOLINI, A. M.; FERRARI, F. B.; GIAMPIETRO-GANECO, A. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes fontes de selênio, zinco e manganês, criados sob condições de estresse térmico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.1, p.241-247,302, 2013.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v.24, n.3, p.711-714, 1981.

CASSUCE, D.C.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C.; ZOLNIER, S.; CECON, P.R.; VIEIRA, M.F.A. Thermal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. **Engenharia Agrícola**, v.33, n.1, p.28-36, 2013.

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

FENG, J. W. Q. M.; MA, W. Q.; NIU, H. H.; WU, X. M.; WANG, Y. Effects of zinc glycine chelate on growth, hematological, and immunological characteristics in broilers. **Biological Trace Element Research**, v. 142, p. 431-439, 2011.

FERNANDES, J.I.M.; SAKAMOTO, M.I.; PEITER, D.C.; GOTTARDO, E.T.; TELLINI, C. Relação vitamina E: vitamina C sobre a qualidade da carne de frangos submetidos ao estresse pré-abate. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.1, p.294-300, 2013.

GHAZI, S.; AMJADIAN, T.; NOROUZI, S. Single and combined effects of vitamin C and oregano essential oil in diet, on growth performance, and blood parameters of broiler chicks reared under heat stress condition. **International journal of biometeorology**, v. 59, n. 8, p. 1019-1024, 2015.

GOMES, P. C.; RIGUEIRA, D. C. M.; BRUMANO, G.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; SCHMIDT, M. Níveis nutricionais de zinco para frangos de corte machos e fêmeas nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1719-1725, 2009.

IMIK, H.; KAYNAR, O.; OZKANLAR, S.; GUMUS, R.; POLAT, H.; OZKANLAR, Y. Effects of vitamin C and α -lipoid acid dietary supplementations on metabolic adaptation of broilers to heat stress. **Revue de Médecine Vétérinaire**, v.164, n.2, p.52-59, 2013.

KHAN, R. U.; NAZ, S.; NIKOUSEFAT, Z.; SELVAGGI, M.; LAUDADIO, V.; TUFARELLI, V. Effect of ascorbic acid in heat – stressed poultry. **World's Poultry Science Journal**, v. 68, p. 477 – 489, 2012.

LOPES, J. C. O.; RIBEIRO, M. N.; LIMA, V. B. S. Estresse por calor em frangos de corte. **Revista Eletrônica Nutri Time**, v. 12, p. 4478-4487, 2015a.

LOPES, J. C. O.; FIGUEIRÊDO, A. V. D.; LOPES, J. B.; LIMA, D. C. P.; RIBEIRO, M. N.; LIMA, V. B. D. S. Zinco e vitamina E em dietas para frangos de corte criados em estresse calórico. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v. 16, n. 2, p. 350-364, 2015b.

MAHMOUD, U. T.; ABDEL-RAHMAN, M. A. M.; DARWISH, M. H. A. Effects of Propolis, Ascorbic Acid and Vitamin E on Thyroid and Corticosterone Hormones in Heat Stressed Broilers. **Journal Advanced Veterinary Research**, v. 4, n. 1, p. 18 – 27, 2014.

MARCHINI, C. F. P.; SILVA, P. L.; NASCIMENTO, M. R. B. M.; BELETTI, M. E.; GUIMARÃES, E. C.; SOARES, H. L. Morfometria da mucosa duodenal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, p.491-497, 2009.

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

PEREIRA, J. B.; DEL GROSSI, M. E.; DE CASTRO, A. M. G. Análise de desempenho da cadeia produtiva de carne de frango no estado de São Paulo. **Revista Científica Rural**, 21 (1), 165-178, 2019.

PREEDY V.R.; WATSON R.R.; ZIBADI S. Dietary Components and Immune Function (Nutrition and Health). Totowa, NJ: **Humana Press**. pp. 36-52, 2010.

ROSTAGNO, H.S et al; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M. I.; DONZELE, J. L.; SAKOMURA, N. K.; PERAZZO, F. G.; BRITO, C. O. Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: **Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 4. ed. Viçosa: Departamento de Zootecnia UFV, 488p, 2017.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; MAIER, J.C. Digestão, Absorção e Metabolismo das Vitaminas. In: SAKOMURA, N.K.; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; FERNANDES, J.B K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de Não Ruminantes**. 1ed. Jaboticabal-SP: FUNEP/UNESP, p.143-166, 2014.

SALABI, F.; BOUJARPOOR, M.; FAYAZI, J.; SALARI, S.; NAZARI, M. Effects of Different Levels of Zinc on the Performance and Carcass Characteristics of Broiler Reared under Heat Stress Condition. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 10, p. 1332-1335, 2011.

SMITH, M. O. Effects of different levels of zinc on the performance and immunocompetence of broilers under heat stress. **Poultry science**, v. 82, n. 10, p. 1580-1588, 2003.

SOUZA, M. G.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; MAIA, A. P. A.; BALBINO, E. M.; OLIVEIRA, W. P. Utilização das vitaminas C e E em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.10, out. 2011.

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

TEIXEIRA, M.P.F.; ABREU, M.L.T. Vitamina C em rações para frangos de corte estressados por calor. **Revista Eletrônica Nutritime**. Viçosa, n. 02, v.8, março/abril 2011.

United States Department of Agriculture (USDA). Livestock and poultry: world markets and trade. 2018. Disponível em: < <https://www.fas.usda.gov/data/livestock-andpoultry-world-markets-and-trade>>. Acesso em: 10/ jan/2019

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A suplementação de dietas de frangos de corte, no período de 22 a 42 dias de vida, com vitamina C e zinco apresentou resultados promissores, carecendo de mais estudos, para que possa tornar-se uma importante alternativa no desempenho de frangos de cortes, em condições de estresse por calor, como as predominantes no nordeste brasileiro, em particular no estado do Piauí.

Observou-se que estes nutrientes, de forma isolada, promoveram efeito positivo no ganho de peso, no consumo de ração e no índice de eficiência produtiva e peso de determinados órgãos linfoides, bem como da carcaça e do peito, considerado um dos principais cortes de frango de corte. No entanto, os resultados observados na literatura, tanto para ação da vitamina C como do zinco, em condições de estresse por calor, são bastante conflitantes, em função de diversos fatores se encontrarem envolvidos nas pesquisas realizadas, como fase da criação, variação das temperaturas, condição sanitária do ambiente, dentre outros aspectos.

Desta forma, o uso de nutrientes funcionais pode ser uma alternativa auxiliar, a ser adotada paralelamente com o controle das condições do meio ambiente, onde as aves são criadas, por meio de instrumentos próprios existentes no mercado avícola.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMADU, S. et al. An overview of vitamin c as an antistress in poultry. **Biting flies and trypanosomiasis in sahom livestock farm: 'the missing link'**, p. 9, 2016.

AVIAGEN. **Manual de manejo de frangos Ross**. 2014. Disponível em: <http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Portuguese/RossBroiler-Handbook-2014-PT.pdf> Acesso em: 12 de janeiro de 2019.

BATAL A.B.; PARR T.M.; BAKER D.H, Zinc bioavailability in tetrabasic zinc chloride and the dietary zinc requirement of young chicks fed a soy concentrate diet, **Poult. Science**, 87–90 (2001).

BOIAGO, M. M. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes fontes de selênio, zinco e manganês, criados sob condições de estresse térmico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, p. 241-247, 2013.

BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.33, n. 5, p. 975-981, set- out. 2003.

BROSSI, C. et al. Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 1296 – 1305, jul. 2009

EMBRAPA - **Produção frangos de corte**. Embrapa suínos e aves. Versão eletrônica, julho de 2003. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/aves/Nutricao-geral.html>. Acesso em 29/11/2018>.

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.

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

FERNANDES, MNS. Metabolismo do zinco na nutrição de frangos de corte e suas respostas no desempenho e no sistema imune. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 9, n. 6, p. 2104-2115, 2012.

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

GROSS W.B. Effects of ascorbic acid on the mortality of leghorn-type chickens due to overheating. *Avian Diseases*, **32**:561-562, 1988.

JOHANN, M.; ROSA, M.L.; BERSELLI, M. Avitaminoses em aves de criação: revisão de literatura. **XVII Seminário Interinstitucional de Ensino Pesquisa e Extensão**, 2012.

LAGANÁ, C.; RIBEIRO, A.M.L. Uso de vitaminas e minerais em dietas para frangos de corte em ambientes quentes. **Avicultura**, 2007. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-avicultura/nutricao/artigos/uso-vitaminas-minerais-dietast1509/141-p0.htm>>. Acesso em: 07/10/2018.

LANGANÁ, C. Influência de altas temperaturas na alimentação de frangos de corte. **Pesquisa e Tecnologia**, v.5, n.11, 2008.

LANA, G. R. Q. et al. **Efeito da temperatura ambiente e restrição alimentar sobre o desempenho e composição de carcaça de frangos de corte**. Revista Brasileira de Zootecnia, n. 29, v. 4, p. 1117 – 1123, 2000.

LIMÓN-PACHECO, J.; GONSEBATT, M. E. The role of antioxidants and antioxidant-related enzymes in protective responses to environmentally induced oxidative stress. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, v. 674, n. 1-2, p. 137-147, 2009.

LIN H., BUYSE J., SHENG Q.K., XIE Y.M. AND SONG J.L. Effects of ascorbic acid supplementation on the immune function and laying performance of heatstressed laying hens. **Journal of Feed, Agriculture and Environment**, 1:103-107, 2003.

LOHAKARE, J. D. et al. Effects of supplemental ascorbic acid on the performance and immunity of commercial broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 14, n. 1, p. 10-19, 2005.

LOPES, J. C. O.; RIBEIRO, M. N.; LIMA, V. B. S. Estresse por calor em frangos de corte. **Revista Eletrônica Nutri-Time**, v. 12, p. 4478-4487, 2015a.

LOPES, J.C.O. et al. Zinco e vitamina E em dietas para frangos de corte criados em estresse calórico. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v. 16, n. 2, p. 350-364, 2015b.

RABELLO, C.B.V. **Produção de aves em clima quente**. In: ZOOTEC. João Pessoa: UFPB/ABZ. p. 1 - 11, 2008.

RENAUDEAU, D. et al. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. **Animal**, v. 6, n. 5, p. 707-728, 2012.

RUTZ, F. et al. Impacto da nutrição vitamínica sobre a resposta imunológica das aves. In: SIMPÓSIO BRASISUL DE AVICULTURA, III, **Anais...** 2002.

SAHIN K. et al. Role of dietary zinc in heat-stressed poultry: A review. **Poultry Science**, 88:2176- 2183, 2009.

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.

SENA, K.C.M., PEDROSA, L.F.C. Efeitos da suplementação com zinco sobre o crescimento, sistema imunológico e diabetes. **Rev. Nut.**, v.18,p.251-259, 2005.

SILVA, G. C. Suplementação com zinco e selênio em frangos de corte submetidos a estresse cíclico de calor. **Ceres**, v. 62, n. 4, 2015.

SILVA, IJO. **Ambiência na produção de aves em clima quente. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 1, 2001.

SILVA, J. H. V. et al. Efeito do bebedouro e da densidade no desempenho de frangos de corte alojados em alta temperatura. **Revista Bras. de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 9, n. 4. 2005.

SILVA, R.B.G. **Marcadores do estresse calórico**. In: BIOQUÍMICA DO TECIDO ANIMAL – SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL. Rio Grande do Sul. p. 1-17, 2010.

SOUSA JÚNIOR, F. N. **Bicarbonato de sódio associado ao cloreto de amônio em rações para frangos de corte sob condições naturais de estresse calórico**. Ano 2006. 101 folhas. Dissertação (mestre em ciência animal, área de concentração: nutrição e produção animal de interesse econômico) – Universidade Federal do Piauí, 2006.

TEIXEIRA, M.P.F.; ABREU, M.L.T. Vitamina C em rações para frangos de corte estressados por calor. **Revista Eletrônica Nutritime**. Viçosa, n. 02, v.8, março/abril 2011.

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.