

**MARCOS GONÇALVES DE SOUZA**

**UTILIZAÇÃO DAS VITAMINAS C E E NA RAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE  
MANTIDOS EM AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2007

MARCOS GONÇALVES DE SOUZA

**UTILIZAÇÃO DAS VITAMINAS C E E NA RAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE  
MANTIDOS EM AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 19 de dezembro de 2007.

---

Prof. Juarez Lopes Donzele  
(Co-Orientador)

---

Prof. Paulo Cezar Gomes  
(Co-Orientador)

---

Prof. Luiz Fernando T. Albino

---

Prof. Márvio Lobão T. de Abreu

---

Prof<sup>ª</sup>. Rita Flávia Miranda de Oliveira  
(Orientadora)

À Deus.

Aos meus pais Alonso e Marlene, pela educação, amor e força.

Aos meus irmãos Fernando e Fábio, pela amizade, amor e força.

À todos amigos e familiares pelo apoio constante.

**Dedico!**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Viçosa, particularmente ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso e pelos ensinamentos repassados.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Mário Fonseca Paulino, por ter me ensinado os primeiros passos na pesquisa científica e pela amizade.

À professora Rita Flávia Miranda de Oliveira, pela orientação, paciência, amizade, conhecimentos transmitidos e confiança depositada.

Aos professores Juarez Lopes Donzele, Márvio Lobão Teixeira de Abreu, Paulo Cezar Gomes, Luíz Fernando Teixeira Albino pela dedicação, pelas sugestões e críticas.

Aos funcionários do Setor de Avicultura da UFV, José Lino, Mauro Jarbas, Adriano, em especial ao Elísio, pela amizade, pela colaboração.

Aos funcionários do Abatedouro Graça, Sérvulo, José Antônio, pelo auxílio no abate das aves.

Aos meus amigos de republica, Alan Grupi, Paulo Verardo, Lucas Verardo, Pedro Lima, José Carlos, Tiago Guimarães pela amizade e agradável convívio.

Aos meus amigos da Bioclimatologia, Rubens, Anderson, Bruno, e em especial ao Eric Márcio Balbino, Ana Paula Assis, Will Pereira de Oliveira, e Mariana Martins pela amizade, e pelo grande auxílio na condução do experimento e na coleta dos dados.

Aos amigos Karina, Alysson, Marjorrie, Cristina, Ana Paula, Arele, Carla, Marcela, Adriana, Marcos, Mônica, Marlos, Maykel, Darcilene, Manoel, Luciana, Lívia, João Paulo (toquinho), Heloísa, Anastácia pela amizade e companherismo.

As pessoas que não estão nominalmente citadas e que fizeram ou fazem parte da minha vida, agradeço.

## **BIOGRAFIA**

Marcos Gonçalves de Souza, filho de Alonso Gonçalves de Souza e Marlene Borges de Souza, nasceu em Uberlândia, Minas Gerais, em 04 de junho de 1982.

Em março de 2001, iniciou o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, concluído em maio de 2006.

Em maio de 2006, ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia, na área de Bioclimatologia Animal, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese no dia 19 de dezembro de 2007.

## SUMÁRIO

	<b>Págs</b>
RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
CAPÍTULO 1 .....	1
INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA .....	1
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	13
CAPÍTULO 2 .....	18
Utilização das Vitaminas C e E na Ração de Frangos de Corte Mantidos em Ambiente de Alta Temperatura .....	18
RESUMO .....	18
ABSTRACT .....	19
1. Introdução .....	20
2. Material e Métodos .....	21
3. Resultados e Discussão .....	28
4. Conclusões .....	37
5. Literatura Consultada .....	38

## RESUMO

SOUZA, Marcos Gonçalves de, M.Sc.; Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2007. **Utilização das vitaminas C e E na ração de frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura.** Orientadora: Rita Flávia Miranda de Oliveira. Co-orientadores: Juarez Lopes Donzele e Paulo Cezar Gomes.

O experimento foi realizado para avaliar os efeitos da suplementação das vitaminas C e E na ração sobre o desempenho, as características de carcaça e os parâmetros hematológicos de frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura no período de 1 à 42 dias de idade. Foram utilizados 450 frangos de corte machos da linhagem Cobb (peso inicial  $44,1 \pm 2,19$  g) distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos: T1 – ração basal (RB) sem suplementação das vitaminas C e E; T2 – RB com 300 ppm de vitamina E; T3 – RB com 230 ppm de vitamina C; T4 – RB com 300 ppm de vitamina E e 230 ppm de vitamina C; T5 – RB com 150 ppm de vitamina E e 115 ppm de vitamina C, e nove repetições. O experimento foi dividido em duas fases: de 1 a 21 e de 22 a 42 dias de idade, com dez e com sete aves por repetição, em cada fase, respectivamente. Os tratamentos não influenciaram ( $P>0,05$ ) o desempenho das aves na fase de 1 a 21 dias. Na fase de 1 a 42 dias, o ganho de peso e o consumo de ração não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelos tratamentos, no entanto, foi observado efeito ( $P<0,05$ ) dos tratamentos sobre a conversão alimentar (CA) das aves, sendo que as que receberam as rações com suplementação de 300 ppm de vitamina E (T2) ou com

suplementação de 300 ppm de vitamina E associada a 230 ppm de vitamina C (T4) apresentaram valores de CA similares entre si e melhores em relação aos das aves que receberam a ração contendo somente 230 ppm de vitamina C (T3). As aves dos tratamentos 1 e 5, apresentaram valores intermediários de CA, que não variaram dos demais tratamentos. Não houve efeito ( $P>0,05$ ) dos tratamentos sobre os pesos absolutos e relativos da carcaça, coxa, sobrecoxa, das aves aos 42 dias de idade. Os pesos absoluto e relativo de peito foram influenciados ( $P<0,05$ ) pelos diferentes tratamentos, sendo os melhores resultados de pesos absoluto e rendimento obtidos nos tratamentos 4 e 5 respectivamente. Não foi observado efeito ( $P>0,05$ ) dos tratamentos sobre os pesos absoluto e relativo do baço das aves aos 21 e aos 42 dias de idade. Os tratamentos não influenciaram ( $P>0,05$ ) os parâmetros hematológicos das aves aos 21 e aos 42 dias de idade. Conclui-se que a suplementação das vitaminas C e E não afeta o desempenho, o rendimento de cortes nobres (coxa e sobrecoxa), o peso do baço e os parâmetros sanguíneos, de frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura no período de 1 a 42 dias de idade. A combinação de níveis das vitaminas C e E, nos níveis de 300 ppm de vitamina E + 230 de vitamina C ou 150 ppm de vitamina E + 115 ppm de vitamina C, resulta em melhora no peso absoluto e relativo de peito respectivamente.

## ABSTRACT

SOUZA, Marcos Gonçalves de, M.Sc.; Universidade Federal de Viçosa, December, 2007.  
**Use of vitamins C and E on ration of broilers kept in high temperature environment.** Adviser: Rita Flávia Miranda de Oliveira. Co-advisers: Juarez Lopes Donzele and Paulo Cezar Gomes.

The experiment was carried out to evaluate the effects of vitamins C and E supplementation on ration over performance, carcass traits and hematologic parameters of broilers kept on high temperature environments from 1 to 42 days of age. A total of 450 Cobb line males were used (initial weight  $44.1 \pm 2.19$  g), randomly assigned on 5 treatments: T1 – basal diet (BD) without supplementation of vitamins C and E; T2 – BD with 300 ppm of vitamin E; T3 – BD with 230 ppm of vitamin C; T4 – BD with 300 ppm of vitamin E and 230 ppm of vitamin C; T5 – BD with 150 ppm of vitamin E and 115 ppm of vitamin C and nine repetitions. The experiment was divided in two phases from 1 to 21 and from 22 to 42 days of age, with ten and seven birds by repetition, in each phase. Treatments did not influence ( $P>0.05$ ) the performance on birds at phase from 1 to 21 days. At phase from 1 to 42 days, weight gain and feed consumption were not influenced ( $P>0.05$ ) by the treatments, however, feed conversion (FC) was affected ( $P<0.05$ ), where birds which received rations with 300 ppm of vitamin E supplementation (T2) or with 300 ppm of vitamin E supplementation associated to 230 ppm of vitamin C (T4) presented similar CA values between them and better related to birds that received ration only with 230 ppm of vitamin C (T3). Birds from treatments 1 and 5 presented intermediary FC values that did not vary from the others. There was no effect ( $P>0.05$ ) on treatments over

absolute and relative weights of carcass, drumstick and thigh on birds at 42 days of age. Absolute and relative weight of breast were influenced ( $P < 0.05$ ) by the different treatments, where better results were observed on treatments 4 and 5 respectively. No effect was observed ( $P > 0.05$ ) on treatments over spleen on birds at 21 and 42 days of age. Treatments did not influenced ( $P > 0.05$ ) hematologic parameters of birds at 21 and 42 days of age. It can be concluded that supplementation of vitamins C and E does not affects performance, noble cuts yield (drumstick and thigh), spleen weight and blood parameters of broilers kept in high temperature environment in the period from 1 to 42 days of age. The combination of the levels of vitamins C and E, on 300 ppm of vitamin E + 230 ppm of vitamin C or 150 ppm of vitamin E + 115 ppm of vitamin C results improvements on absolute and relative breast weight respectively.

## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA**

#### **1 – INTRODUÇÃO**

A avicultura brasileira evoluiu, consideravelmente, nos últimos tempos, o que fez com que o Brasil ocupasse uma posição de destaque no mercado internacional no que se refere tanto à produção quanto à exportação de carne de frango. Mas, a criação de frangos de corte segue enfrentando desafios à medida que a atividade atinge, novos e mais altos patamares de produtividade. Dentre esses desafios está o estresse por calor, responsável pela diminuição do desempenho das aves (Ain Baziz et al., 1996).

O estresse causado pelo ambiente térmico influencia a produtividade dos animais por alterar sua troca de calor com o ambiente e modificar a taxa de consumo de alimentos, a taxa de ganho de peso corporal e, conseqüentemente, as exigências nutricionais (Curtis, 1983). A redução no crescimento é conseqüência também de ajustes metabólicos e endócrinos dos animais em resposta ao ambiente térmico.

De acordo com Nieto et al. (1997), a ingestão e o metabolismo do alimento têm um efeito termogênico que elevam a produção de calor pelas aves. Segundo Koh & Macleod (1999), o consumo de ração está inversamente relacionado com a temperatura ambiental

em que os frangos de corte são criados. A redução voluntária no consumo de ração observada nas aves expostas ao calor, ocorre para se evitar produção excessiva de calor metabólico. Tanto a síntese quanto a degradação protéica também produzem uma grande quantidade de calor, desta forma, a taxa de *turnover* protéico é altamente influenciada pelas temperaturas ambientais (Vaz, 2006). Esta influência no *turnover* protéico em função da temperatura, pode ser causada por mudanças nas funções hormonais.

Yunianto et al. (1997) avaliando o efeito do estresse por calor sobre o desempenho de frangos de corte, observaram aumento na concentração plasmática de corticosterona, e aumento na taxa de quebra da proteína muscular com conseqüente elevação da produção de calor e piora no desempenho.

Com base no relatado fica evidente a necessidade de se avaliar alternativas para atenuar os efeitos da alta temperatura ambiental sobre as respostas fisiológicas e produtivas dos animais. Entre as alternativas disponíveis, destaca-se o manejo nutricional. O uso de nutrientes funcionais (vitaminas, selênio, cromo, zinco) em rações, tem sido avaliado como forma de minimizar o efeito da alta temperatura sobre o desempenho de frangos.

As vitaminas C e E são usadas em rações para frangos por promoverem benefícios no desempenho produtivo e resposta imune de animais submetidos a ambientes térmicos estressantes (Sahin et al., 2001). No entanto, são escassas as informações na literatura, nacional e internacional, quanto aos níveis dessas vitaminas a serem utilizados em rações de frangos de corte, mantidos sob estresse térmico.

Assim, esse trabalho foi realizado para avaliar os efeitos da suplementação das vitaminas C e E à ração sobre o desempenho, as características de carcaça e os parâmetros hematológicos de frangos de corte de 1 aos 42 dias de idade mantidos em ambiente de alta temperatura.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Os fatores ambientais exercem impactos sobre a produção de carne e ovos das aves, sendo que a temperatura ambiente constitui um dos fatores determinante na quantidade de alimento consumido por esses animais, influenciando de forma direta o ganho em produtividade.

O equilíbrio entre produção e perda de calor é de extrema importância para a manutenção da homeostase térmica. No frango de corte, a produção de calor 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%. Isso significa que 60% do consumo da energia metabolizável serão perdidos como calor (Teeter, 1994). Assim, em ambientes quentes, as aves diminuem o consumo alimentar a fim de diminuir a produção de calor.

A alta temperatura está normalmente associada à reduzida taxa de crescimento o que tem sido atribuído por muitos autores à modificação no consumo de ração (Howliger & Rose, 1987; Sinurat et al., 1987). No entanto, tem sido observado que a redução no crescimento, muitas vezes, sofre influência de outros fatores além do consumo quando os animais são mantidos sob altas temperaturas ambientes (Howliger & Rose, 1987).

Em avaliações do efeito da alta temperatura ambiente sobre frangos de corte, recebendo a mesma quantidade de ração, durante a exposição ao calor e no conforto térmico (“pair-feeding”), Ain Baziz et al. (1996) verificaram que as aves na fase de 14 a 42 dias de idade, mantidas no calor, tiveram piora de 23% na conversão alimentar e redução de 23% no ganho de peso em relação às mantidas em ambiente de conforto. Segundo esses autores, a redução do ganho de peso corporal das aves expostas ao calor é maior que a observada no consumo de alimento, em razão do desvio de parte da energia metabolizável

ingerida para a dissipação de calor corporal por evaporação, prejudicando a conversão alimentar.

Segundo Geraert et al. (1996) a taxa de produção de calor corporal é diminuída quando as aves são expostas a ambiente de alta temperatura. Nessas condições, o *turnover* protéico, que representa a quebra e re-síntese de proteína corporal, por produzir grande quantidade de calor, deve ser influenciado pela temperatura ambiental modificando a taxa de crescimento dos animais (Haris et al., 1987; Hayashi et al., 1993). Estas mudanças podem ser causadas por alterações nas funções endócrinas. De acordo com Yuniato et al. (1997) o hormônio corticosterona pode exercer uma importante função no controle do *turnover* protéico da musculatura esquelética em aves.

Aumentos na concentração plasmática de corticosterona e na taxa de quebra da proteína muscular (principalmente da musculatura de peito) foram observados por Yuniato et al. (1997), em estudo conduzido com frangos de corte desafiados pelo calor (30 e 34°C).

Temim et al. (2000) verificaram que frangos de corte mantidos sob estresse por calor (32°C) reduziram marcadamente a síntese protéica, independentemente do tipo de músculo esquelético. Oliveira et al. (2006), observou que a alta temperatura (32°C) influenciou de forma diferenciada, os músculos do corpo das aves priorizando os da perna (coxa e sobrecoxa) em detrimento aos do peito. Este crescimento diferenciado, atribuído à alta temperatura, pode estar relacionado às características das fibras musculares, que, no caso do peito, são predominantemente brancas, com menor demanda de irrigação sanguínea e no da coxa, são predominantemente vermelhas, portanto mais irrigadas .

Assim, alternativas que visem atenuar os efeitos (diretos e indiretos) da alta temperatura ambiental sobre o desempenho dos frangos de corte, é uma necessidade, principalmente em criações em regiões de temperatura elevadas.

O uso de nutrientes funcionais (vitaminas, selênio, cromo, zinco) em rações como forma de minimizar o efeito da alta temperatura sobre o desempenho de frangos tem sido avaliado por diversos autores (Mc Kee et al., 1997; Sahin et al., 2001 ; Sahin & Küçük, 2001a). As vitaminas C e E são usadas em rações para frangos por beneficiar o desempenho produtivo e a resposta imune de animais criados em ambientes térmicos estressantes (Sahin et al., 2001). Além disso, a síntese da vitamina C reduz durante o estresse por calor. Segundo Furlan & Macari (2002) as aves sintetizam o ácido ascórbico para crescimento e metabolismo. Entretanto, esses autores verificaram que o aumento da temperatura de 21 para 31°C reduziu a síntese de vitamina C em frangos de corte.

A baixa capacidade das aves em sintetizar vitamina C, quando estressadas por calor (35°C), também foi observada por Pardue & Taxon (1984). Altas temperaturas prejudicam também a absorção das vitaminas C e E, alterando as exigências nutricionais destas vitaminas (Feenster, 1985; McDowell, 1989; Klasing, 1998).

Considerando que os níveis plasmáticos de corticosterona das aves aumentam quando mantidas em ambiente de alta temperatura, acelerando a degradação de proteína corporal (Yunianto et al., 1997), e que a vitamina C inibe a síntese de glicorticóides (Sahin & Küçük, 2003), pode-se deduzir que a inclusão da vitamina C em rações para aves sob estresse de calor é uma alternativa nutricional para melhorar o desempenho das aves nestas condições.

Kutlu & Forbes (1993) observaram que frangos de corte submetidos a estresse por calor (36°C) apresentaram elevação na concentração plasmática de corticosterona, que foi significativamente reduzida com a suplementação de vitamina C na ração. Do mesmo modo, McKee & Harrison (1995) e Sahin et al. (2003) também verificaram que a suplementação da ração com vitamina C para frangos de corte mantidos sob estresse por

calor (32°C), resultou em redução na concentração plasmática de corticosterona, o que proporcionou melhora no ganho de peso.

Avaliando o efeito da adição de vitamina C na ração sobre o desempenho de aves mantidas em ambiente de alta temperatura Njoku (1986) observou melhora no ganho de peso e na conversão alimentar dos frangos quando adicionou 200 mg de vitamina C/kg de ração. Do mesmo modo, Kutlu & Forbes (1993), observaram que frangos criados sob estresse por calor (36°C), reduziram a taxa de crescimento, o consumo e a conversão alimentar, porém, quando a ração foi suplementada com 250 mg de vitamina C, houve melhora destes parâmetros. Posteriormente, Sahin & Küçük (2001a), trabalhando com codornas em ambiente de alta temperatura (34°C), observaram melhora no rendimento de carcaça e na digestibilidade de nutrientes quando adicionaram 200 mg de vitamina C por kg de ração, minimizando assim os efeitos negativos do estresse por calor. Vaz (2006), avaliando o desempenho de frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura (32°C), observaram que a suplementação de vitamina C (0, 100, 200, 300 e 400 mg/kg de ração) melhorou o consumo, o ganho de peso e a conversão alimentar das aves.

Tem sido observado que a suplementação das rações com a vitamina E também tem reduzido os efeitos do estresse por calor, relacionados ao desempenho de aves, uma vez que o estresse por calor leva a um aumento da peroxidação lipídica em aves (Naziroglu et al., 2000), o que pode alterar o status imune do animal e, conseqüentemente, diminuir a taxa de crescimento. Assim, a suplementação da ração com vitamina E, por seu efeito antioxidante, pode melhorar o desempenho, o status imunológico e a qualidade dos produtos de origem animal (Sahin & Küçük, 2003). A vitamina E protege células e tecidos dos danos oxidativos, induzidos pelos radicais livres. Por sua natureza lipossolúvel, a vitamina E é depositada na bicamada lipídica das membranas formando um complexo com os fosfolipídeos, o que facilita a união dos ácidos graxos poliinsaturados, aumentando a

estabilidade das membranas (Jensen et al., 1995; Liu et al., 1996; Guidera et al., 1997; Morrissey et al., 1998). A vitamina E doa elétrons aos radicais livres tornando-os estáveis, evitando que se liguem aos ácidos graxos e inibindo a reação de oxidação, o que mantém a integridade da membrana celular (Rutz & Lima, 1994).

Segundo Chan & Decker (1994), aves submetidas a estresse por calor reduzem a síntese de vitaminas; assim, a adição de vitamina E é fundamental, uma vez que aves não sintetizam esta vitamina e toda sua exigência deve ser atendida pela dieta. O NRC (1994) sugere que frangos de corte exigem 10 mg de vitamina E por kg na dieta durante todo o período de criação.

Sahin & Küçük (2001b) observaram que a suplementação de vitamina E em rações para codornas, mantidas sob estresse por calor (34°C), resultou em melhora na qualidade da carcaça. Do mesmo modo, Sahin et al. (2002a) também observaram que a suplementação da ração com vitamina E (62,5; 125; 250 e 500 mg/kg na ração) para frangos de corte mantidos sob estresse por calor (32°C), aumentou de forma linear o consumo de ração e o ganho de peso e melhorou a conversão alimentar. Posteriormente, Vaz (2006), avaliando o efeito da adição de vitamina E (0; 75; 150; 225 e 300 mg/kg) em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura (32°C), verificou que a suplementação de até 300 mg/kg influenciou positivamente o desempenho e as características de carcaça das aves no período de 1 a 42 dias de idade.

Alguns estudos têm sugerido que as vitaminas C e E interagem metabolicamente. A vitamina C melhora a atividade antioxidante da vitamina E por reduzir os radicais de tocoferila para a forma ativa da vitamina E (Jacob, 1995) ou por poupar a vitamina E disponível (Retsky & Frei, 1995). Sahin & Küçük (2001a) avaliaram os efeitos da suplementação de vitamina C e E no desempenho, na digestão de nutrientes e nas características de carcaça de codornas japonesas, mantidas sob estresse por calor (34°C), e

verificaram que a combinação de 200 mg de vitamina C e 250 mg de vitamina E por kg de ração proporcionou melhor desempenho das aves.

Além da corticosterona, os hormônios da tireóide tiroxina ( $T_4$ ) e triiodotironina ( $T_3$ ), também apresentam alterações em suas concentrações plasmáticas quando os animais são mantidos em ambientes de alta temperatura (Mc Nabb & King, 1993). Aves mantidas sob estresse por calor apresentam redução nas concentrações plasmáticas dos hormônios da tireóide, que têm efeito direto sobre a atividade da bomba de sódio e potássio. Assim, menores concentrações de tiroxina e triiodotironina no sangue das aves, decorrentes de alta temperatura ambiente, reduzem 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). Estas respostas hormonais são os mecanismos de controle do animal para redução da produção de calor corporal, o que é importante para que a homeocinese térmica seja mantida em altas temperaturas. Jonier & Huston (1957) verificaram redução no tamanho da glândula tireóide em frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura, o que resultou em redução da atividade desta glândula e em redução da taxa metabólica.

Segundo Curtis (1983), existe uma relação inversa entre a atividade da tireóide e a temperatura ambiente em várias espécies. Portanto, reduções no desempenho de animais mantidos sob estresse por calor estão associadas à redução no tamanho e na taxa de secreção dos hormônios da glândula tireóide (Huston & Carmon, 1962). Neste sentido, as vitaminas C e E têm sido adicionadas nas rações de animais submetidos a altas temperaturas, em função da capacidade de reduzir o estresse dos animais, influenciando, desta forma, a atividade da tireóide.

Sahin et al. (2002a) verificaram que a suplementação de vitamina E, além de melhorar o desempenho de frangos de corte, proporcionou aumento linear nas concentrações plasmáticas de  $T_3$  e  $T_4$  em função dos níveis da vitamina na ração.

Posteriormente, Sahin et al. (2003), em estudo com frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura (32°C), verificaram aumento nas concentrações de T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub> e reduções nas concentrações de corticosterona quando se adicionou 250 mg de vitamina C/kg de ração. Do mesmo modo, Sahin & Küçük (2001a) avaliando os efeitos da suplementação das vitaminas C e E na concentração plasmática de T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub> de codornas japonesas mantidas sob estresse por calor (34°C), verificaram que a combinação de 200 mg de vitamina C com 250 mg de vitamina E por kg de ração resultou em aumento das concentrações plasmáticas desses hormônios.

Altas temperaturas também provocam diversas mudanças adaptativas fisiológicas, entre elas, a modificação no tamanho dos órgãos. Segundo Oliveira Neto et al. (2000), a redução no peso dos órgãos de aves expostas a altas temperaturas ambientais consiste em ajuste fisiológico para reduzir a produção de calor corporal.

Plavnik & Yahav (1998) verificaram redução no peso do fígado de frangos de corte estressados por calor (35°C), provavelmente em razão da redução na taxa metabólica. Do mesmo modo, Lana et al. (2000) encontraram redução de 4,4% no peso do fígado de aves mantidas em ambiente quente (32°C), em comparação às aves mantidas em ambiente termoneutro. Oliveira et al. (2002), avaliando os efeitos da temperatura ambiente (32°C), sobre o desempenho de frangos de corte, também verificaram redução no peso relativo do fígado e do coração com a elevação da temperatura ambiente.

As vitaminas C e E, por sua atividade anti-stress, reduzem o efeito das altas temperaturas sobre os tecidos viscerais. Sahin et al. (2003) verificaram que a adição de vitamina C (250 mg/kg) em rações para frangos estressados por calor, resultou em aumento nos pesos relativos do fígado, coração e moela.

O estresse térmico pode provocar diferentes graus de involução do sistema linforreticular. A liberação de corticosterona pode ocasionar involução do tecido linfóide

(timo, bursa de Fabrício e baço) e a supressão da imunidade humoral e daquela mediada por células (Rosales et al., 1989). A perda de peso, acompanhada da atrofia e da regressão dos órgãos linfóides, constitui um indicador muito sensível de estresse pelas aves (Araújo, 2005). Donker & 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%.

Do mesmo modo, Puvadolpirod & Thaxton (2000) encontraram valores de pesos relativo do timo reduzidos em 65%, de baço em 27% e de bursa em 43% uma semana após injetarem doses de ACTH (hormônio adrenocorticotrófico) em frangos de corte de cinco semanas de idade. Segundo Sahin et al. (2002b), a adição das vitaminas C e E em dietas de animais submetidos a altas temperaturas aumenta a degradação de corticosteróides, melhorando a resposta imune dos animais. 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.

O sistema sanguíneo é também particularmente sensível às mudanças de temperatura e consiste em importante indicador das respostas fisiológicas das aves a agentes estressores (Laganá et al., 2005). Alterações quantitativas e morfológicas nas células sanguíneas são associadas ao estresse por calor, traduzidas por variações nos valores do hematócrito, número de leucócitos circulantes, conteúdo de eritrócitos e teor de hemoglobina no eritrócito (Borges et al., 2003).

Por meio do leucograma, ou seja, pela contagem total e diferencial de leucócitos e pela avaliação morfológica dos mesmos no esfregaço sanguíneo, pode-se avaliar a capacidade de resposta destas células frente a diferentes situações (Campbell, 1994). A interpretação do leucograma pode fornecer informações valiosas em relação à origem de uma possível infecção (viral ou bacteriana) e também em relação ao estado geral de um animal (Noriega, 2000).

As células brancas de defesa existentes no sangue dos frangos são os granulócitos (heterófilos, eosinófilos e basófilos) e os agranulócitos ou células mononucleares (linfócitos e monócitos). O número de leucócitos no sangue dos frangos varia entre 2.000 até 3.000 células/ $\mu$ L. No entanto, esse número pode variar em função do sexo, da idade, das condições de estresse e de doenças (Laganá, 2005). A contagem diferencial de células no sangue tem mostrado que do total de leucócitos ao redor de 60 a 65% são linfócitos, 25 a 30% são heterófilos, 2% são eosinófilos, 1,7% são basófilos e 10% são monócitos. Os achados de contagem diferencial mostram que a proporção normal de heterófilos:linfócitos (H/L) é de 1:2. Entretanto, quando os frangos são submetidos a condições de estresse, essa relação aumenta, uma vez que situações estressantes aumentam a quantidade de heterófilos na circulação.

Segundo Macari & Luquetti (2002), nas situações de estresse nas quais ocorre liberação de hormônio adrenocorticotrófico (ACTH), há redução da quantidade de linfócitos circulantes, o que contribui para o aumento da relação heterófilo:linfócito. Os linfócitos das aves, assim como os dos mamíferos, constituem parte importante do sistema imunológico. Tais células são essenciais na produção de anticorpos humorais e na imunidade celular do organismo (Jain,1993). Os heterófilos têm como principal função a fagocitose, esses fagócitos são importantes mediadores da imunidade natural das aves, especialmente em aves jovens que ainda não desenvolveram a imunidade adquirida (Morgulis, 2002; Kogut et al.,1998).

Em função de suas ações como antioxidantes e por reduzir as concentrações plasmáticas de corticosterona, a suplementação das vitaminas C e E em rações para frangos mantidos sob estresse por calor têm se mostrado eficiente em reduzir os quadros de imunodepressão aos quais estes animais estão submetidos, com melhora na imunidade humoral e naquela mediada por células. Pardue & Thaxton (1984) observaram que o

desempenho e a função imunológica de aves submetidas a estresse térmico (35°C), melhoraram significativamente quando aumentados os níveis de vitamina C da ração. Posteriormente, El –Boushy (1988) também observaram melhora significativa do desempenho e da função imunológica, quando aumentaram os níveis de vitamina E da ração, de aves submetidas a estresse por calor. Corwin & Shloss (1980) verificaram que a suplementação das rações de frangos de corte com vitamina E pode aumentar a atividade dos linfócitos, uma vez que protege essas células da peroxidação lipídica. Puthongsiriporn et al. (2001) concluíram que a suplementação de vitamina E (65 UI/kg de ração) em rações para poedeiras melhorou a resposta imunológica, durante o estresse por calor (35°C), ao aumentar a proliferação de linfócitos.

Esta dissertação foi escrita em capítulos seguindo-se as normas para feitura de tese da Universidade Federal de Viçosa e o capítulo 2 foi escrito adaptado as normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIN BAZIZ, H. A.; GERAERT, P.A.; PADILHA, J.C.F. et al. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. **Poultry Science**, v.75, p. 505-513, 1996.
- ARAÚJO, M.S. **Níveis de cromo orgânico na dieta de codornas japonesas, mantidas sob estresse por calor, na fase de postura**. 2005, 35 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e utilização e eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, p.975-981, 2003.
- CAMPBELL, T.W. HEMATOLOGY. In: Ritchie, B.W.; Harrison, G.J.; Harrison, L.R. **Avian Medicine: Principles and Application**. Fort Worth-FI: Wingers Publishing, p.177-198, 1994.
- CHAN, K.M.; DECKER, E.A. Endogenous Skeletal muscle antioxidants. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v.34, p.403-426, 1994.
- CHEN, C.L.; SANGIAH, S.; CHEN, H.; RODER, J. et al. Effects of heat stress on Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPase, Mg<sup>+</sup>-activated ATPase, and Na<sup>+</sup>-ATPase activities of broiler chickens vital organs. **Journal Toxicology an Environmental Health**, London, v.41, p.345-356, 1994.
- CORWIN, L.M.; SHLOSS, J. Influences of vitamin e on the mitogenic response of murine lymphoid cells. **Journal Nutrition**, v. 110, p.916-923, 1980.
- CURTIS, S.E. **Environmental Management in Animal Agriculture**. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1983.
- 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**, oxfordshire, v.30, p.361-369, 1989.
- EL- BOUSHY, A.R. Vitamin e affects viability, immune response of poultry. **Feedstuffs**, Minneapolis, v.60, p.20-26, 1988.

- FEENSTER, R. High Temperatures decrease vitamin utilization. **Misset Poultry**, v 38, p. 38-41, 1985.
- 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.209-230.
- 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.
- GUIDERA, J.; KERRY, J.P.; BUCKLEY, D. J et al. The effect of dietary vitamin E supplementation on the quality of fresh and frozen lamb meat. **Meat Science**, v.45, p. 33-43, 1997.
- HARRIS, C.I.; MILNE, G.; MCDIARMID, R. The retention and metabolism of N methylhistidine by cockerels: implications for the measurement of muscle protein breakdown determined from the excretion of N methylhistidine in excreta. **British Journal of Nutrition**, v.57, p.467-478, 1987.
- HAYASHI, K.; MICHIOKA, M.; TOMITA, Y. Interaction of thyroxine and testosterone in stimulating muscle protein breakdown in female broiler chickens. **British Poultry Science**, v.34, p.1029-1034,1993.
- HOWLIDER, M.A.R.; ROSE, S.P. Temperature and the growth of broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.43, p.228-237, 1987.
- HUSTON, T.M; CARMON, J.L.The influence of high environmental temperature on thyroid size of domestic fowl. **Poultry Science**, v.41, p.175-183, 1962.
- KOGUT, M.H.; LOWRY, K.; MOYSES, R.B.; BOWDEN, L.L.; BOWDEN, R.; GENOVESE, K.; DELOACH, J.R. Lymphokine-augmented activation of avian heterophils. **Poultry science**, V.77, p.964-971, 1998.
- JACOB, R. A. The integrated antioxidant system. **Nutrition Research**, Tarrytow, v.15, p.755-766, 1995.
- JAIN, N.C. **Essentials of veterinary Hematology**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993. 417p.
- JENSEN, C.; SKIBSTED, L.H.; JAKOBSEN, L.; BERTELSEN, G. Supplementation of broiler diets with all- ra- alpha or a mixture of a natural source rrr-  $\alpha,\gamma,\beta$ -tocopheryl acetato. 2. Effect on the oxidative stability of raw and precooked broiler meat products. **Poultry Science**, v.74, p. 2048-2056, 1995.
- JONIER, W.P.; HUSTON, T. M. The influence of high environmental temperature on immature domestic fowl. **Poultry Science**, v.36, p.973-978, 1957.
- KLASING, K.C. (1998) Comparative Avian Nutrition. **Cambridge University Press**, Cambridge, UK; p. 227-299.
- KOH, K.; MACLEOD, M.G. Effects of ambient temperature on heat increment of feeding and energy retention in growing broilers maintained at different food intakes. **British Poultry Science**, Abingdon, v.40, p.511-516, 1999.
- KUTLU, H.R.; FORBES, J.M. Changes in growth and blood paramenters in heat-stressed broiler chicks in response to dietary ascorbic acid. **Livestock Production Science**, v.36, p.335-350, 1993.

- LAGANÁ, C.; RIBEIRO, A.M.L.; GONZALEZ, F.H.D.; LACERDA, L.A.; TERRA, S.R.; BARBOSA, P.R. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos nos parâmetros bioquímicos e hematológicos de frangos de corte em estresse por calor. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.63, p.157-165, 2005.
- LAGANÁ, C. **Otimização de produção de frango de corte em condições de estresse por calor**. 2005, 159 f. (Tese de doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- LANA, G.R.Q.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; LANA, A.M.Q. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar sobre o desempenho e composição de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1117-1123, 2000.
- LIU, Q.; SCHELLER, K.; ARP.S.C et al. Color coordinates for assessment of dietary vitamin E effects on beef color stability. **Journal Animal Science**, v.74, p.106-116, 1996.
- MACARI, M.; LUQUETTI, B.C. Fisiologia Cardiovascular. In: Macari, M.; Furlan, R.L.; Gonzales, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2ed. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2002. p.17-36.
- MC DOWELL, L.R. Vitamin A and E. In: MC DOWELL L.R, ed. **Vitamins in Animal Nutrition- Comparative Aspects to Human Nutrition**. London. **Academic Press**: 10-52, 93-131, 1989.
- MC KEE, JS ;HARRISON, PC. Effects of supplemental ascorbic acid on the performance of broiler chickens exposed to multiple concurrent stressors. **Poultry Science**, v.74, p.1772-1785, 1995.
- MC KEE, JS ;HARRISON, PC ;RISKOWSKI, GL. Effect of supplemental ascorbic acid on the energy conversion of broiler chicks during heat stress and feed withdrawal. **Poultry Science**, v.76, p.1278-86, 1997.
- MC NABB, F.M. A.; KING, D.B. Thyroid hormones effect on growth development and metabolism in Schreibman (Ed.) **The endocrinology of growth development and metabolism in vertebrates**. **Zoological Science**, v.10, p.873-885, 1993.
- MORGULIS, M.S. Imunologia aplicada. In: Macari, M.; Furlan, R.L.; Gonzales, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2ed. Jaboticabal/Unesp, 2002. p.231-243.
- MORRISSEY, P.A.; SHEEHY, P.J.A.; GALVIN, K. et al. lipid stability in meat and meat products. **Meat Science**, v. 49, suppl. p. S73-S86, 1998.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9 ed. Washington. **National Academic Press**; 1994.
- NAZIROĞLU, M., ŞAHIN, K., ŞİMŞEK, H., AYDILEK, N., ERTAŞ, N. 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.
- NIETO, R.; AGUILERA, J.F.; FERNÁNDEZ-FÍGARES, I. et al. Effect of a low protein diet on the energy metabolism of growing chickens. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v.50, p. 105-119, 1997.

- NJOKU, P.C. Effect of dietary ascorbic acid (vitamin C) supplementation on the performance of broiler chickens in a tropical environment. **Animal Feed Science and Technology**, v.16, 17-24,1986.
- NORIEGA, M.L.V.C. Importância da hematologia no diagnóstico das aves. In: Encontro técnico sobre avicultura de corte da região de descavado, 4., 2000, Descalvado. **Resumos...** Descalvado, 2000, p.1-11.
- OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S.; FERREIRA, R.A.; MAXIMINIANO, H.C.; GASPARINO, E. 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p 183-189, 2000.
- OLIVEIRA, R.F.M.; OLIVEIRA, G.A.; DONZELE, J.L.; CECON, P.R.; VAZ, R.G.M.V.; ORLANDO, U.A.D. 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.
- OLIVEIRA, G.A.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p 1398-1405, 2006.
- PARDUE, S.L.; THAXTON, J.P. Evidence of amelioration of steroid mediated immunosuppression by ascorbic acid. **Poultry Science**, v.63, p.1262-1268, 1984.
- PARDUE, S.L.; THAXTON, J.P.; BRAKE, J. Influence of supplemental ascorbic acid on broiler performance following exposure to high environmental temperature. **Poultry Science**, v.64, p.1334-1338, 1985.
- PLAVNIK, I.; YAHAV, S.; Effect of environmental temperature on broiler chickens subjected to growth restriction at an early age. **Poultry Science**, v.77, p.870-872, 1998.
- PUTHPONGSIRIPORN, U.; SCHEIDELER, S.E.; SELL, J.L.; BECK, M.M. Effects of vitamin e and C supplementation on performance, in vitro lymphocyte proliferation, and antioxidant status of laying hens during heat stress. **Poultry science**, v.80, p.1190-1200, 2001.
- PUVADOLPIROLD, S.; THAXTON, J.P. Model of Physiological stress in chickens 1. Response Parameters. **Poultry Science**, v.79, p.363-369, 2000.
- ROSALES, A.G.; VILLEGAS, P.; LUKERT, P.D.; MOHAMED, A.M.; BROWN, J. Isolation, identification and pathogenicity of two field strains of infectious Bursal Virus. **Avian Disease**. Athens, v.33, p.35-41, 1989.
- RETSKY, K.L.; FREI, B. Vitamin C prevents metal ion-dependent initiation and propagation of lipid peroxidation in human low-density lipoprotein. **Biochem.Biophys. Acta**, v.3, p.279-287, 1995.
- RUTZ, R.; LIMA, G.J.M.M. Uso de antioxidantes em rações e subprodutos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Santos. **Anais...** Santos: APINCO, 1994, p.73-84.

- SAHIN, K.; KÜÇÜK, O.; SAHIN, N. et al. Effects of vitamin C and vitamin E on lipid peroxidation, status, serum hormones, metabolites and mineral concentrations of laying hens reared at high ambient temperature. **Biological Trace Elements Research**,(MMI-059), 2001.
- 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, 2001a.
- SAHIN, K.; KÜÇÜK, O. Effects of vitamin E and selenium on performance, digestibility of nutrients and carcass characteristics of Japanese quails reared under heat stress (34°C). **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.85, p.342-348, 2001b.
- SAHIN, K.; KÜÇÜK, O.; SAHIN, N. et al. Optimal dietary concentration of vitamin E for alleviating the effect of heat stress on performance, Thyroid status, ACTH and some serum metabolite and mineral concentrations in broilers. **Veterinarni Medicina** (Czech), v.85, p.110-116, 2002a.
- 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 Vitamin Nutrition Research**, v.71, p.91-100, 2002b.
- SAHIN, K.; KÜÇÜK, O. Heat stress and dietary vitamin supplementation of poultry diets. **Nutrition Abstracts and Reviews. Series B: Livestock Feeds and Feeding**, v.73, p.41-53, 2003.
- 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.
- SINURAT, A.P.; BALNAVE, D.; MCDOWELL, G.H. Growth performance and concentrations of thyroid hormones and growth hormone in plasma of broilers at high temperatures. **Australian Journal of Biological Science**, v.40, p.443-450, 1987.
- TEETER, R.G. Optimizing production of heat stressed broilers. **Poultry Digest**, mount morris, v.53, p.10-27, 1994.
- TEMIM, S.; CHAGNEAU, A.M.; PERESSON, R. et al. Chronic heat exposure alters protein turnover of three different skeletal muscles in finishing broiler chickens fed 20 or 25% protein diets. **Journal of Nutrition**, Baltimore, v.130, p.813-819, 2000.
- 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.
- 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.

## CAPÍTULO 2

### **Utilização das Vitaminas C e E na Ração de Frangos de Corte Mantidos em Ambiente de Alta Temperatura**

RESUMO – O experimento foi realizado para avaliar os efeitos da suplementação das vitaminas C e E na ração sobre o desempenho, características de carcaça e parâmetros hematológicos de frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura no período de 1 à 42 dias de idade. Foram utilizados 450 frangos de corte machos da linhagem Cobb (peso inicial  $44,1 \pm 2,19$  g) distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos: T1 – ração basal (RB) sem suplementação das vitaminas C e E; T2 – RB com 300 ppm de vitamina E; T3 – RB com 230 ppm de vitamina C; T4 – RB com 300 ppm de vitamina E e 230 ppm de vitamina C; T5 – RB com 150 ppm de vitamina E e 115 ppm de vitamina C ; nove repetições. O experimento foi dividido em duas fases de 1 a 21 e de 22 a 42 dias de idade, com dez e sete aves por repetição, em cada fase respectivamente. Os tratamentos não influenciaram o desempenho das aves na fase de 1 a 21 dias. Na fase de 1 a 42 dias, o ganho de peso e o consumo de ração não foram influenciados pelos tratamentos, entretanto, os tratamentos influenciaram a conversão alimentar. Os pesos absoluto e relativo de peito foram influenciados pelos diferentes tratamentos, sendo os melhores resultados obtidos nos tratamentos 4 e 5, respectivamente. Os parâmetros hematológicos das aves e os pesos absoluto e relativo do baço das aves, aos 21 e 42 dias de idade, não foram influenciados pelos tratamentos. Conclui-se que a suplementação das vitaminas C e E não influenciou o desempenho, o rendimento de cortes nobres (coxa e sobrecoxa), o peso do baço e os parâmetros sanguíneos, de frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura no período de 1 a 42 dias de idade. A combinação de 300 ppm de vitamina E com 230 de vitamina C ou de 150 ppm de vitamina E com 115 ppm de vitamina C, melhorou o peso absoluto e relativo do peito, respectivamente.

**Palavras chave:** desempenho, estresse térmico, nutrientes funcionais

## **Use of vitamins C and E in diet of broilers kept under high environmental temperature**

**ABSTRACT** - This experiment was carried out to evaluate the effects of vitamins C and E supplementation in diet on performance, carcass traits and hematologic parameters of broilers kept under high environmental temperature from 1 to 42 days of age. A total of 450 Cobb line males were used (initial weight  $44.1 \pm 2.19$  g). The broilers were distributed in a randomized experimental design with five treatments and nine replications. Treatments corresponded to: T1 – basal diet (BD) without supplementation of vitamins C and E; T2 – BD with 300 ppm of vitamin E; T3 – BD with 230 ppm of vitamin C; T4 – BD with 300 ppm of vitamin E and 230 ppm of vitamin C; T5 – BD with 150 ppm of vitamin E and 115 ppm of vitamin C. The experiment was divided in two phases from 1 to 21 and from 22 to 42 days of age, with ten and seven birds by repetition, in each phase. Treatments did not influence the performance of broilers at phase from 1 to 21 days. At phase from 1 to 42 days, weight gain and feed intake were not influenced by the treatments, however, treatments affected feed:gain ratio. Absolute and relative breast weights were influenced by the different treatments, where better results were obtained on treatments 4 and 5 respectively. The hematologic parameters and absolute and relative spleen weights of the broilers at 21 and 42 days of age were not influenced by the treatments. It was concluded that supplementation of vitamins C and E does not affect performance, noble cuts yield (drumstick and thigh), spleen weight and blood parameters of broilers kept under high environmental temperature in the period from 1 to 42 days of age. The association of the 300 ppm of vitamin E with 230 ppm of vitamin C or 150 ppm of vitamin E with 115 ppm of vitamin C improved the absolute and relative breast weight respectively.

**Key words:** functional nutrients, performance, thermal stress

## 1 – Introdução

O estresse causado pelo ambiente térmico influencia a produtividade dos animais por alterar sua troca de calor com o ambiente e modificar a taxa de consumo de alimentos, a taxa de ganho de peso corporal e, conseqüentemente, as exigências nutricionais (Curtis,1983). A redução no crescimento é conseqüência também de ajustes endócrinos e metabólicos dos animais em resposta ao ambiente térmico. Sabe-se que os níveis plasmáticos de  $T_3$  e  $T_4$ , importantes promotores de crescimento em frangos, reduzem com o aumento da temperatura ambiental, enquanto que outros hormônios como a corticosterona são aumentados (McNabb, 1993).

Uma vez que as modificações nas instalações para criação de frangos são normalmente alternativas caras, a manipulação nutricional de rações visando atenuar os efeitos negativos das altas temperaturas tem ganhado importância. Pesquisas têm demonstrado que aves mantidas sob estresse necessitam de maior aporte de vitaminas e minerais (El-Boushy, 1988; Coelho & McNaughton, 1995; Miltenburg,1999), visto que altas temperaturas além de reduzir a síntese de vitamina C, também prejudicam a absorção das vitaminas C e E alterando suas exigências.

A suplementação de rações com vitamina C pode promover um aumento dos níveis de  $T_3$  e  $T_4$  circulantes (Sahin et al., 2001), resultando no aumento do metabolismo e conseqüente aumento no consumo de ração em aves mantidas sob estresse por calor, melhorando o desempenho.

O estresse por calor também resulta em aumento da peroxidação lipídica em aves, o que pode alterar seu *status* imune (Naziroglu et al., 2000), com conseqüente redução da taxa de crescimento. Desta forma, a suplementação da ração com vitamina E, por seu

efeito antioxidante, pode melhorar o *status* imunológico, o desempenho das aves, bem como a qualidade dos produtos de origem animal.

Entretanto, poucos estudos têm sido conduzidos para avaliar a utilização de vitaminas nas rações de aves mantidas sob estresse por calor.

Assim, esse trabalho foi realizado para avaliar os efeitos da suplementação das vitaminas C e E à ração sobre o desempenho, as características de carcaça e os parâmetros hematológicos de frangos de corte de 1 aos 42 dias de idade mantidos em ambiente de alta temperatura.

## **2 - Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Bioclimatologia Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

Foram utilizados 450 frangos de corte machos, da linhagem Cobb (peso inicial de  $44,1 \pm 2,19$  g), no período de 1 a 42 dias de idade, vacinados contra as doenças de Marek e Bouda aviária. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e nove repetições de dez aves por unidade experimental até os 21 dias de idade e de sete aves por unidade experimental até os 42 dias de idade.

As aves foram alojadas em baterias metálicas com piso telado de área igual a  $0,72$  m<sup>2</sup>/ compartimento, dotadas de comedouros e bebedouros do tipo calha e foram mantidas em câmara climática com temperatura constante de 35°C do 1º ao 21º dia de idade. A partir do 22º e até os 42º dia de idade, as aves foram mantidas em ambiente com temperatura

constante de 32°C. Durante todo o período experimental a umidade relativa foi mantida entre 65 e 75% .

O monitoramento da temperatura e da umidade relativa do ar de cada sala foi feito por meio de termômetros de bulbo seco, de bulbo úmido e de globo negro, mantidos à meia-altura das baterias, posicionados no centro da sala. As leituras dos termômetros foram realizadas diariamente, duas vezes ao dia (às 07 e 17 h) durante todo o período experimental. Posteriormente, os valores foram convertidos em Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), segundo Buffington et al. (1981).

O programa de luz adotado foi o contínuo (24 horas de luz artificial), utilizando-se lâmpadas fluorescentes de 75 watts por sala.

Foi formulada uma ração basal, à base de milho e de farelo de soja, para atender as exigências nutricionais das aves, segundo recomendações de Rostagno et al. (2005), exceto para as vitaminas C e E, específicas para as diferentes fases: 1 a 7; 8 a 21; 22 a 33 e 34 a 42 dias de idade (Tabelas 1, 2, 3 e 4). A ração basal foi suplementada com as vitaminas C e, ou E, constituindo os seguintes tratamentos: T1 – ração basal (RB) sem suplementação das Vitaminas C e E; T2 – RB com suplementação de 300 ppm de Vitamina E; T3 – RB com suplementação de 230 ppm de Vitamina C; T4 - RB com suplementação de 300 ppm de Vitamina E e 230 de Vitamina C; e T5 - RB com suplementação de 150 ppm de Vitamina E e 115 de Vitamina C.

O fornecimento de ração e de água foi à vontade, sendo a água trocada três vezes ao dia com a finalidade de evitar o seu aquecimento.

Para avaliação do desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar) as aves, as rações fornecidas e as sobras de ração foram pesadas aos 21 e 42 dias de idade. Os consumos de ração aos 21 e aos 42 dias de idade foram calculados por diferença entre a quantidade de ração fornecida, os desperdícios e as sobras das rações

Tabela 1 – Composições centesimal e calculada das rações experimentais - 1 a 7 dias

Ingredientes (%)	Tratamentos				
	1	2	3	4	5
Milho	52,622	52,622	52,622	52,622	52,622
Farelo de soja	39,000	39,000	39,000	39,000	39,000
Óleo de soja	2,887	2,887	2,887	2,887	2,887
Fosfato bicálcico	1,939	1,939	1,939	1,939	1,939
Calcário	0,931	0,931	0,931	0,931	0,931
Sal comum	0,518	0,518	0,518	0,518	0,518
Glicina	0,234	0,234	0,234	0,234	0,234
DL-Metionina - 98%	0,369	0,369	0,369	0,369	0,369
L-Lisina-HCl - 78,5%	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
L-Treonina - 98%	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145
L-Valina - 98%	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087
Cloreto de Colina - 60%	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Mistura vitamínica/mineral <sup>1</sup>	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
Avilamicina - 10%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Coxistac -12%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Caulim	0,1000	0,0400	0,0770	0,0170	0,0585
Vitamina C	.....	.....	0,0230	0,0230	0,0115
Vitamina E	.....	0,0600	.....	0,0600	0,0300
TOTAL	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada <sup>2</sup>					
EM (kcal/kg)	2.960	2.960	2.960	2.960	2.960
Proteína bruta (%)	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73
Lisina digestível (%)	1,363	1,363	1,363	1,363	1,363
Met + Cis digestível (%)	0,968	0,968	0,968	0,968	0,968
Treonina digestível (%)	0,886	0,886	0,886	0,886	0,886
Triptofano digestível (%)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Cálcio (%)	0,942	0,942	0,942	0,942	0,942
Fósforo disponível (%)	0,471	0,471	0,471	0,471	0,471
Sódio (%)	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224

<sup>1</sup>Quantidade por quilo do produto:Fe -10.330 mg; Cu - 12.500 mg; Mn -12.500 mg; Zn - 10.000 mg; I - 200 mg; Se - 30 mg; vit.A - 2.000.000 U.I.; vit.D3 - 375.000 U.I.; vit.K3 - 500 mg; vit.B1 - 400 mg; vit.B2 - 2.000 mg; vit.B6 - 333 mg;vit.B12 - 4000 mcg; ác.fólico - 300 mg; ac.pantotênico - 2.500 mg; ac.nicotínico - 7.000 mg; biotina - 30 mg; q.s.p - 1000 g.

<sup>2</sup>Segundo Rostagno et al. (2005).

Tabela 2 – Composições centesimal e calculada das rações experimentais - 8 a 21 dias

Ingredientes (%)	Tratamentos				
	1	2	3	4	5
Milho	56,007	56,007	56,007	56,007	56,007
Farelo de soja	35,540	35,540	35,540	35,540	35,540
Óleo de soja	3,650	3,650	3,650	3,650	3,650
Fosfato bicálcico	1,838	1,838	1,838	1,838	1,838
Calcário	0,902	0,902	0,902	0,902	0,902
Sal comum	0,503	0,503	0,503	0,503	0,503
Glicina	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062
DL-Metionina - 98%	0,270	0,270	0,270	0,270	0,270
L-Lisina-HCl - 78,5%	0,213	0,213	0,213	0,213	0,213
L-Treonina - 98%	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
L-Valina - 98%	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Cloreto de Colina – 60%	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Mistura vitamínica/mineral <sup>1</sup>	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
Avilamicina - 10%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Coxistac - 12%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Caulim	0,1000	0,0400	0,0770	0,0170	0,0585
Vitamina C	.....	.....	0,0230	0,0230	0,0115
Vitamina E (50%)	.....	0,0600	.....	0,0600	0,0300
TOTAL	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada <sup>2</sup>					
EM (kcal/kg)	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050
Proteína bruta (%)	21,15	21,15	21,15	21,15	21,15
Lisina digestível (%)	1,189	1,189	1,189	1,189	1,189
Met + Cis digestível (%)	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844
Treonina digestível (%)	0,773	0,773	0,773	0,773	0,773
Triptofano digestível (%)	0,233	0,233	0,233	0,233	0,233
Cálcio (%)	0,899	0,899	0,899	0,899	0,899
Fósforo disponível (%)	0,449	0,449	0,449	0,449	0,449
Sódio (%)	0,218	0,218	0,218	0,218	0,218

<sup>1</sup>Quantidade por quilo do produto: Fe -10.330 mg; Cu - 12.500 mg; Mn -12.500 mg; Zn - 10.000 mg; I – 200 mg; Se – 30 mg; vit.A – 2.000.000 U.I.; vit.D3 – 375.000 U.I.; vit.K3 – 500 mg; vit.B1 – 400 mg; vit.B2 – 2.000 mg; vit.B6 – 333 mg; vit.B12 – 4000 mcg; ác.fólico - 300 mg; ac.pantotênico – 2.500 mg; ac.nicotínico – 7.000 mg; biotina – 30 mg; q.s.p – 1000 g.

<sup>2</sup>Segundo Rostagno et al. (2005).

Tabela 3 – Composições centesimal e calculada das rações experimentais - 22 a 33 dias

Ingredientes (%)	Tratamentos				
	1	2	3	4	5
Milho	59,320	59,320	59,320	59,320	59,320
Farelo de soja	31,906	31,906	31,906	31,906	31,906
Óleo de soja	4,478	4,478	4,478	4,478	4,478
Fosfato bicálcico	1,692	1,692	1,692	1,692	1,692
Calcário	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855
Sal comum	0,478	0,478	0,478	0,478	0,478
DL-Metionina - 98%	0,246	0,246	0,246	0,246	0,246
L-Lisina-HCl - 78,5%	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208
L-Treonina - 98%	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059
L-Valina - 98%	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023
Cloreto de Colina - 60%	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Mistura vitamínica/mineral <sup>1</sup>	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Avilamicina - 10%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Coxistac - 12%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Caulim	0,1000	0,0400	0,0770	0,0170	0,0585
Vitamina C	.....	.....	0,0230	0,0230	0,0115
Vitamina E (50%)	.....	0,060	.....	0,060	0,030
TOTAL	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada <sup>2</sup>					
EM (kcal/kg)	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150
Proteína bruta (%)	19,76	19,76	19,76	19,76	19,76
Lisina digestível (%)	1,099	1,099	1,099	1,099	1,099
Met + Cis digestível (%)	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
Treonina digestível (%)	0,715	0,715	0,715	0,715	0,715
Triptofano digestível (%)	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214
Cálcio (%)	0,837	0,837	0,837	0,837	0,837
Fósforo disponível (%)	0,418	0,418	0,418	0,418	0,418
Sódio (%)	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208

<sup>1</sup>Quantidade por quilo do produto: Fe -12.500 mg; Cu - 15.000 mg; Mn -15.000 mg; Zn - 12.000 mg; I - 250 mg; Se - 35 mg; vit.A - 2.500.000 U.I.; vit.D3 - 500.000 U.I.; vit.K3 - 500 mg; vit.B1 - 450 mg; vit.B2 - 2.000 mg; vit.B6 - 400 mg; vit.B12 - 4.500 mcg; ác.fólico - 350 mg; ac.pantotênico - 3.000 mg; ac.nicotínico - 9.000 mg; biotina - 30 mg; q.s.p - 1000 g.

<sup>2</sup>Segundo Rostagno et al. (2005).

Tabela 4 – Composições centesimal e calculada das rações experimentais - 34 a 42 dias

Ingredientes (%)	Tratamentos				
	1	2	3	4	5
Milho	63,379	63,379	63,379	63,379	63,379
Farelo de soja	27,980	27,980	27,980	27,980	27,980
Óleo de soja	4,478	4,478	4,478	4,478	4,478
Fosfato bicálcico	1,539	1,539	1,539	1,539	1,539
Calcário	0,812	0,812	0,812	0,812	0,812
Sal comum	0,453	0,453	0,453	0,453	0,453
DL-Metionina - 98%	0,240	0,240	0,240	0,240	0,240
L-Lisina-HCl - 78,5%	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
L-Treonina - 98%	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078
L-Valina - 98%	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046
Cloreto de Colina	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Mistura vitamínica/mineral <sup>1</sup>	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Avilamicina - 10%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Coxistac - 12%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Caulim	0,1000	0,0400	0,0770	0,0170	0,0585
Vitamina C	.....	.....	0,0230	0,0230	0,0115
Vitamina E (50%)	.....	0,0600	.....	0,0600	0,0300
TOTAL	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada <sup>2</sup>					
EM (kcal/kg)	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
Proteína bruta (%)	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40
Lisina digestível (%)	1,048	1,048	1,048	1,048	1,048
Met + Cis digestível (%)	0,755	0,755	0,755	0,755	0,755
Treonina digestível (%)	0,681	0,681	0,681	0,681	0,681
Triptofano digestível (%)	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195
Cálcio (%)	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775
Fósforo disponível (%)	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386
Sódio (%)	0,198	0,198	0,198	0,198	0,198

<sup>1</sup>Quantidade por quilo do produto: Fe -12.500 mg; Cu - 15.000 mg; Mn -15.000 mg; Zn - 12.000 mg; I - 250 mg; Se - 35 mg; vit.A - 2.500.000 U.I.; vit.D3 - 500.000 U.I.; vit.K3 - 500 mg; vit.B1 - 450 mg; vit.B2 - 2.000 mg; vit.B6 - 400 mg; vit.B12 - 4.500 mcg; ác.fólico - 350 mg; ac.pantotênico - 3.000 mg; ac.nicotínico - 9.000 mg; biotina - 30 mg; q.s.p - 1000 g.

<sup>2</sup>Segundo Rostagno et al. (2005).

experimentais. O ganho de peso das aves foi determinado pela diferença entre o peso das aves no início e no final de cada uma das fases experimentais avaliadas. A partir dos dados de consumos de ração e de ganhos de peso, foram calculadas as conversões alimentares dos animais, em cada período.

Aos 21 dias de idade, as aves foram pesadas e, após a pesagem, três aves de cada repetição foram retiradas, mantendo-se as sete com o peso mais próximo da média de peso da respectiva repetição. Das três aves retiradas de cada repetição, coletou-se sangue de duas aves, sendo uma para determinação do hormônio da tireóide (triiodotironina) e outra para contagem de células sanguíneas (heterófilo e linfócito). Posteriormente, ambas foram abatidas para retirada do baço.

A coleta de sangue foi feita por punção cardíaca. O sangue usado para determinação do hormônio da tireóide (triiodotironina) foi coletado em seringas de 5 ml e mantido em descanso por aproximadamente 4 horas para retirada do soro, que foi armazenado a -5°C para posterior análise.

Para a contagem de células sanguíneas, coletou-se aproximadamente 1ml de sangue por ave. O sangue foi imediatamente colocado em frascos com 100 µl de EDTA (ácido etilenodiamonotetraacético) para preparação dos esfregaços sanguíneos em lâminas de vidro, que, depois de secas ao ar, foram coradas pela técnica de coloração hematológica “Instant Prov” (Newprov – Produtos para laboratórios Ltda.), conforme recomendado pelo fabricante. Na contagem celular, foi utilizado um microscópio óptico (Olympus CX 40).

Ao final do período experimental, aos 42 dias de idade, após a pesagem, duas aves de cada unidade experimental com pesos mais próximos da média foram submetidas a jejum alimentar de 12 horas. Após esse período, coletou-se sangue de uma ave por repetição, totalizando nove aves por tratamento, para determinação do hormônio da tireóide. Realizou-se ainda coleta de sangue de outras nove aves por tratamento para

contagem de células sanguíneas (heterófilo e linfócito). Essas aves foram então abatidas e suas carcaças evisceradas e pesadas para posterior avaliação do rendimento de cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa) e dos pesos absoluto e relativo do baço. O rendimento de carcaça foi obtido dividindo-se o peso da carcaça eviscerada, sem pena e sangue, pelo peso das aves após jejum, e o rendimento de cortes (peito, coxa e sobrecoxa), dividindo-se o peso dos cortes pelo peso da carcaça.

As análises estatísticas do consumo de ração, do ganho de peso, da conversão alimentar, das células sanguíneas (heterófilo e linfócito), do hormônio da tireóide (triiodotironina), e dos pesos absoluto (g) e relativo (%) do baço e dos cortes nobres foram realizadas utilizando-se o pacote computacional SAEG 8.0 (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa – UFV.

### **3 - Resultados e Discussões**

A temperatura interna, a umidade relativa do ar e o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), registrados durante os períodos experimentais no interior da câmara climática, encontram-se na Tabela 5.

As temperaturas de  $35,4 \pm 0,52$  e de  $32,0 \pm 0,46$  registradas, respectivamente, nos períodos de 1 a 21 e de 22 a 42 dias, ficaram acima das recomendadas para linhagem comercial utilizada, as quais preconizam a temperatura ambiente de  $32^{\circ}\text{C}$  para o primeiro dia, reduzindo gradativamente até atingir  $21^{\circ}\text{C}$  na fase final do experimento, aos 42 dias de idade, o que caracterizou um ambiente de estresse por calor.

Tabela 5 – Condições ambientais observadas durante os períodos experimentais<sup>1</sup>

Período	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	ITGU calculado
1 a 21 dias	35,4 ± 0,52	67 ± 4,20	87,0 ± 0,70
22 a 42 dias	32,0 ± 0,46	69 ± 3,64	82,5 ± 0,65

<sup>1</sup>Valores médios.

Os resultados de desempenho (consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA)) das aves nos períodos de 1 a 21 e de 22 a 42 dias, mantidas em estresse por calor, em função dos tratamentos estão apresentados na Tabela 6.

Na fase de 1 a 21 dias de idade, não houve efeito ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos sobre as características de desempenho avaliadas.

Os resultados de CR obtidos neste estudo estão consistentes com os encontrados por Vaz (2006), que também não observou efeito da adição de vitamina C (0 a 400 mg/kg de ração) sobre o CR de frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura (33°C) na fase de 1 a 21 dias de idade. Do mesmo modo, Vaz (2006) verificou que a suplementação da ração com níveis crescentes de vitamina E (0 a 300 mg/kg de ração), não influenciou o consumo de ração de frangos de corte na mesma fase de desenvolvimento mantidos em estresse por calor (33°C). Por outro lado, de forma contrária aos resultados deste estudo, Sahin et al. (2003) verificaram influência da suplementação de vitamina C sobre o CR de frangos de corte mantidos em alta temperatura (32°C) no período de 1 a 21 dias de idade.

Os dados de ganho de peso diferem dos resultados reportados por Vaz (2006), que observaram que tanto a suplementação de vitamina C (0 a 400 mg/kg de ração) quanto a suplementação de vitamina E (0 a 300 mg/kg de ração) influenciaram o GP que aumentou de forma linear nesta fase de criação, quando as aves foram mantidas em ambiente de alta temperatura. Os resultados verificados neste estudo diferem também dos obtidos por Sahin et al. (2003), que observaram melhora no ganho de peso dos frangos de corte mantidos sob

Tabela 6 - Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) de frangos de corte mantidos em estresse por calor nas fases de 1 a 21 e de 1 a 42 dias de idade, em função dos tratamentos

Variável	Tratamentos					CV(%)
	T1	T2	T3	T4	T5	
1 a 21 dias de idade						
CR	787	793	813	783	800	4,45
GP	549	559	558	556	556	5,84
CA	1,44	1,42	1,46	1,41	1,44	2,75
1 a 42 dias de idade						
CR	2245	2379	2296	2314	2264	5,79
GP	1352	1464	1347	1417	1345	6,98
CA <sup>1</sup>	1,66ab	1,63b	1,70a	1,63b	1,68ab	2,81

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras diferentes diferem na mesma linha ( $P < 0,05$ ), pelo teste de Newman Keuls.

estresse por calor no período de 1 a 21 dias de idade ao fornecerem suplementação de vitamina C na ração.

Os resultados de conversão alimentar obtidos diferem dos encontrados por Sahin et al. (2003) e por Vaz (2006), que constataram efeito positivo, respectivamente, da suplementação de vitamina C e de vitamina E na ração sobre a eficiência de utilização do alimento para ganho de peso de frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura na fase de 1 a 21 dias de idade.

Em contrapartida, os dados de CA das aves que receberam a suplementação de vitamina C (T3, T4 e T5) estão coerentes com os de Vaz (2006), que também não constataram variação significativa na CA de frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura no período de 1 a 21 dias idade, em razão da suplementação de vitamina C na ração.

No período de 1 a 42 dias de idade, os tratamento não influenciaram ( $P > 0,05$ ) o consumo de ração e o ganho de peso das aves.

Os dados de CR deste estudo diferem dos encontrados por Sahin et al. (2002) e por Vaz (2006), que verificaram, respectivamente, influência da suplementação de vitamina E

e das vitaminas C e E sobre a ingestão voluntária de alimentos por frangos de corte expostos ao calor (32°C) no período de 1 a 42 dias de idade.

Com relação ao ganho de peso, os resultados obtidos com a suplementação de vitamina C, estão coerentes com os de Stilborn et al. (1988), que também não constataram influência da suplementação desta vitamina na ração sobre o ganho de peso de frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura (35°C) no período de 1 a 42 dias de idade.

Foi observado efeito ( $P < 0,05$ ) dos tratamentos sobre a CA das aves, sendo que as que receberam as rações com suplementação de 300 ppm de vitamina E (T2) ou com suplementação de 300 ppm de vitamina E associada a 230 ppm de vitamina C (T4) apresentaram valores de CA similares entre si e melhores em relação aos das aves que receberam a ração contendo somente 230 ppm de vitamina C (T3). As aves que receberam os tratamentos 1 e 5, apresentaram valores intermediários de CA, que não variaram em relação aos demais tratamentos.

A piora da CA verificada nas aves que receberam a ração contendo 230 ppm de vitamina C (T3), diverge dos resultados encontrados por Kutlu & Forbes (1993), Sahin et al. (2003) e Vaz (2006) que verificaram efeito positivo da suplementação da vitamina C na ração, sobre a CA dos frangos de corte estressados por calor (36°C, 32°C e 32°C, respectivamente) no período de 1 a 42 dias de idade. Em princípio, não se encontrou uma justificativa biológica para o aumento ocorrido no valor de CA das aves alimentadas com a ração contendo 230 ppm de vitamina C, correspondente ao tratamento 3.

Com os resultados obtidos, pode-se inferir que a suplementação de 300 ppm de vitamina E (T2), influenciou positivamente a CA das aves. A melhora observada na conversão alimentar das aves do tratamento 2 foi devida a um aumento do consumo de ração e do ganho de peso. Observou-se que as aves deste tratamento apresentaram um consumo de ração e ganho de peso, 5,6 e 7,6%, respectivamente, superiores aos das aves

que receberam o tratamento controle. Este fato, seria um indicativo de que esta vitamina, no nível utilizado, amenizou os efeitos negativos da alta temperatura sobre a eficiência metabólica das aves.

Os dados das concentrações plasmáticas de  $T_3$  (ng/mL) dos frangos de corte aos 21 e aos 42 dias de idade, mantidos em ambiente de alta temperatura e alimentados com rações com diferentes níveis e combinações de vitamina C e E, encontram-se na Tabela 7.

Não se verificou efeito ( $P>0,05$ ) dos tratamentos sobre os níveis plasmáticos de  $T_3$  das aves avaliados nas diferentes idades.

Esses resultados não confirmam o efeito da suplementação da vitamina C em elevar a concentração plasmática do hormônio  $T_3$  em frangos de corte estressados por calor conforme observado por Abdel-Wahab et al. (1975) e Sahin et al. (2003).

Os resultados dos pesos absolutos e relativos da carcaça e dos cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa) dos frangos de corte aos 42 dias de idade, mantidos em ambiente de alta temperatura, são mostrados na Tabela 8.

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) dos tratamentos sobre os pesos absoluto e relativo da carcaça das aves aos 42 dias de idade. Com relação aos efeitos da suplementação de vitamina C sobre os pesos de carcaça, o resultado obtido neste estudo está consistente com os de Avci et al. (2005), que conduzindo estudo com codornas japonesas também não observaram efeito da adição de vitamina C à ração sobre os pesos, absoluto e relativo, da carcaça das aves mantidas em ambiente de alta temperatura ( $32^{\circ}\text{C}$ ). Por outro lado, os resultados diferem dos encontrados por Coskun & Kutlu (1997), que em estudo com frangos de corte mantidos sob estresse por calor, observaram que a adição de 250 mg de vitamina C na ração resultou em melhor rendimento de carcaça.

Os tratamentos não influenciaram ( $P>0,05$ ) os pesos, absoluto e relativo, da coxa e sobrecoxa das aves. De forma semelhante, Vaz (2006) não constatou efeito da

Tabela 7 - Concentrações plasmáticas de T<sub>3</sub> (ng/mL) aos 21 e 42 dias idade de frangos de corte mantidos em estresse por calor, em função dos tratamentos

Idade	Tratamentos					CV (%)
	T1	T2	T3	T4	T5	
	T <sub>3</sub> (ng/mL)					
21 dias	0,31	0,34	0,38	0,34	0,41	53,27
42 dias	0,32	0,36	0,44	0,50	0,36	66,41

suplementação da vitamina C sobre os pesos absoluto e relativo da sobrecoxa e da suplementação da vitamina E nos pesos relativos da coxa e sobrecoxa de frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura (32°C). Em contrapartida, este mesmo autor verificou influência positiva da adição de vitamina C sobre os pesos absoluto e relativo da coxa e da adição de vitamina E sobre os pesos absolutos da coxa e sobrecoxa.

Os pesos absoluto e relativo de peito foram influenciados ( $P < 0,05$ ), pelos diferentes tratamentos. Observou-se que a combinação de 230 ppm de vitamina C com 300 ppm de vitamina E (T4), resultou em melhora de 9,5% no peso absoluto de peito em relação ao tratamento controle. Porém, o melhor resultado de rendimento de peito foi obtido com combinação de 115 ppm de vitamina C com 150 ppm de vitamina E (T5), a qual proporcionou uma melhora de 5,3% em relação ao tratamento controle.

Tabela 8- Pesos absoluto e relativo da carcaça e dos cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa) de frangos de corte aos 42 dias de idade mantidos em estresse por calor, em função dos tratamentos

Variável	Tratamentos					CV (%)
	T1	T2	T3	T4	T5	
	Peso absoluto (g)					
Carcaça	1130	1194	1125	1206	1139	9,94
Peito <sup>1</sup>	341b	370ab	346ab	377a	369ab	9,8
Coxa	140	141	137	143	138	11,14
Sobrecoxa	140	152	147	144	136	12,10
	Rendimento (%)					
Carcaça	85	84	85	84	85	1,56
Peito <sup>1</sup>	30,20b	31,33ab	30,51ab	31,25ab	31,88a	5,1
Coxa	12,41	11,96	12,13	11,83	11,94	6,30
Sobrecoxa	12,41	12,73	13,03	11,99	11,95	9,57

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras diferentes diferem na mesma linha ( $P < 0,05$ ), pelo teste de Newman Keuls.

Avaliando os efeitos da suplementação de vitamina C e vitamina E na ração de frangos de corte expostos a alta temperatura Vaz (2006) constatou aumento linear no peso absoluto de peito e nenhuma variação nos valores de peso relativo de peito das aves.

Os dados de literatura são inconsistentes quanto aos efeitos da suplementação das vitaminas E e C sobre os pesos de corte nobre de frangos de corte expostos a alta temperatura.

Sahin & Küçük (2001) avaliando os efeitos da suplementação de vitamina C e E no desempenho, na digestão de nutrientes e nas características de carcaça de codornas japonesas mantidas sob estresse por calor (34°C), verificaram que a combinação de 200 mg de vitamina C e 250 mg de vitamina E por kg de ração proporcionaram melhor desempenho das aves.

Os resultados de peso absoluto e relativo do baço, dos frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade, mantidos em ambiente de alta temperatura encontram-se na Tabela 9.

Não se observou efeito ( $P>0,05$ ), dos tratamentos sobre os pesos absoluto e relativo do baço, das aves, aos 21 e 42 dias de idade.

De forma semelhante Laganá et al. (2005), trabalhando com frangos de corte mantidos sob estresse cíclico por calor (25 a 32°C), verificaram que a adição de 100 UI de vitamina E e 300 mg de Vitamina C por kg de uma ração controle contendo 60 UI de vitamina E, não influenciou o peso absoluto e relativo do baço das aves aos 35 dias de idade

Os resultados observados neste estudo, não comprovaram os possíveis efeitos positivos da suplementação com vitamina C sobre o peso absoluto e relativo do baço, de aves submetidas à estresse por calor, atribuídos a possível ação na redução da síntese de corticosterona, conforme proposição de Sahin et al. (2003), que verificaram que a adição

Tabela 9- Pesos absoluto e relativo do baço de frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade mantidos em estresse por calor, em função dos tratamentos

Variável	Tratamentos					CV(%)
	T1	T2	T3	T4	T5	
	21 dias de idade					
Peso absoluto (g)	0,38	0,35	0,32	0,33	0,34	39,80
	42 dias de idade					
Peso absoluto (g)	0,76	0,97	0,73	0,81	0,90	26,00
Peso relativo (%)	0,07	0,08	0,06	0,07	0,08	25,84

de 250 mg de vitamina C por kg de ração, para frangos estressados por calor, resultou em aumento de 17% no peso relativo do baço.

Os resultados de contagem de células sanguíneas (heterófilos e linfócitos) e relação heterófilo:linfócito( H/L) dos frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade, mantidos em ambiente de alta temperatura, são apresentados na Tabela 10.

Os tratamentos não influenciaram ( $P>0,05$ ), a contagem de células sanguíneas e a relação H/L.

Estes resultados estão de acordo com os observados por Laganá et al. (2005), que trabalhando com frangos de corte mantidos sob estresse cíclico por calor (25 a 32°C), verificaram que adição de 100 UI de vitamina E e 300 mg de Vitamina C por kg de uma ração controle contendo 60 UI de vitamina E, não influenciou nos resultados de contagem de células sanguíneas (heterófilos e linfócitos) e na relação heterófilo/linfócito das aves aos 35 dias de idade. Entretanto, McKee & Harrison (1995), constataram que a adição de 150 ppm de vitamina C à ração de frangos de corte mantidos sob estresse por calor (32°C), resultou em redução da relação heterófilo/linfócito. Do mesmo modo, Puthongsiriporn et al. (2001), verificaram que a suplementação de 65 UI de vitamina E/kg da dieta de poedeiras melhorou a resposta imunológica durante o estresse por calor (35°C) ao aumentar a proliferação de linfócitos.

Tabela 10 - Parâmetros sanguíneos de frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade mantidos em estresse por calor, em função dos tratamentos

Variável	Tratamentos					CV(%)
	T1	T2	T3	T4	T5	
21 dias de idade						
Heterófilo (H) <sup>1</sup>	56,50	48,87	56,80	50,50	44,37	31,67
Linfócito (L) <sup>1</sup>	36,87	44,37	36,80	43,62	50,12	34,78
H/L	1,99	1,52	1,85	1,34	1,06	73,81
42 dias de idade						
Heterófilo (H) <sup>1</sup>	29,28	25,14	28,00	34,00	26,00	36,44
Linfócito (L) <sup>1</sup>	62,71	70,86	64,00	57,87	67,00	17,25
H/L	2,75	3,73	2,44	2,01	2,66	52,98

<sup>1</sup> Porcentagem de células sanguíneas em relação ao número de leucócitos totais.

Considerando a estreita relação que há entre o número de heterófilo com o nível de corticosterona circulante (Post et al., 2003) e que a elevação da corticosterona em aves exposta ao calor resulta em redução de ganho de peso e conversão alimentar (Virden et al., 2007), pode-se inferir com base nos resultados de parâmetros sanguíneos das aves, obtidos neste estudo, que a suplementação das vitaminas C e E, de forma isolada ou associada, não amenizaram o efeito negativo do estresse do calor sobre o desempenho e características de carcaça dos frangos. Este resultado não confirmou os efeitos positivos da suplementação da vitamina C sobre o desempenho de aves mantidas em ambiente de alta temperatura, atribuídos à sua possível ação na redução da síntese de corticosterona, conforme proposição de Sahin et al. (2003).

#### 4 – Conclusões

A suplementação das vitaminas C e, ou E, não influenciou o desempenho, o rendimento de cortes nobres (coxa e sobrecoxa), o peso do baço, a concentração plasmática de triiodotironina e o *status* imunológico de frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura no período de 1 a 42 dias de idade.

A suplementação de 300 ppm de vitamina E proporcionou um aumento em valor absoluto de, 5,6 e 7,6% no consumo de ração e no ganho de peso, respectivamente.

A combinação de níveis das vitaminas C e E , nos níveis de 300 ppm de vitamina E com 230 de vitamina C ou 150 ppm de vitamina E com 115 ppm de vitamina C, resultou em melhora de 9,5 e 5,3% no peso absoluto e relativo de peito, respectivamente, em relação ao tratamento controle.

## 5 - Literatura Consultada

- ABDEL-WAHAB.;ABDO.M.S.;MEGAHEAD.Y.M.et al. The effect of vitamin C supplement the thyroid activity of chickens using <sup>125</sup>I. **Zentralblatt fur Veternamedizin A**, v.22, p.769-775, 1975.
- AVCI, M.; YERTURK, M.; KAPLAN, O.; Effects of ascorbic acid on the performance and some blood parameters of japanese quails reared under hot climate conditions. **Turkey Journal Veterinary Animal Science**, v.29, p.829-833, 2005.
- BUFFINGTON, D.E., COLAZZO-AROCHO, A., CANTON, G.H., PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v.24, p. 711-714, 1981.
- COELHO, M.B.; MCNAUGHTON, J.L. Effect of composite vitamin supplementation on broilers. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v.4, p.219-229, 1995.
- COSKUN, Z.; KUTLU, H.R. Effect of wet feeding and dietary supplemental ascorbic acid on performance of heat-stressed broiler chicks. **British Poultry Science**, v.38 (supp), p.835-836, 1997.
- EL- BOUSHY, A.R. Vitamin e affects viability, immune response of poultry. **Feedstuffs**, Minneapolis, v.60, p.20-26, 1988.
- KUTLU, H.R.; FORBES. J.M. Changes in growth and blood paramentrns in heat- stressed broiler chics in response to dietary ascorbic acid. **Livestock Production Science**, v.36, p.335-350, 1993.
- LAGANÁ, C.; RIBEIRO, A.M.L.; GONZALEZ, F.H.D.; LACERDA, L.A.; TERRA, S.R.; BARBOSA, P.R. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos nos parâmetros bioquímicos e hematológicos de frangos de corte em estresse por calor. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.63, p.157-165, 2005.
- MC KEE, JS ;HARRISON, PC. Effects of supplemental ascorbic acid on the performance of broiler chickens exposed to multiple concurrent stressors. **Poultry Science**, v.74, p.1772-1785, 1995.
- MC NABB, F.M. A.; KING, D.B. Thyroid hormones effect on growth development and metabolism in Schreibman (Ed.) The endocrinology of growth development and metabolism in vertebrates. **Zoological Science**, v.10, p.873-885, 1993.
- MILTENBURG, G. Tendencia futura del uso de aditivos en nutrición aviar. **Revista Avicultura Profesional**, v.17, p.33-35, 1999.
- NAZIROĞLU, M., ŞAHIN, K., ŞİMŞEK, H., AYDILEK, N., ERTAŞ, N. 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.
- POST, J.; REBEL, J.M.J. Physiological Effects of elevated Plasma Corticosterone Concentrations in Broiler Chickens. An Alternative Means by Which to assess the Physiological Effects of Stress. **Poultry Science**, v.82, p.1313-1318, 2003.
- PUTHPONGSIRIPORN, U.; SCHEIDELER, S.E.; SELL, J.L.; BECK, M.M. Effects of vitamin e and C supplementation on performance, in vitro lymphocyte proliferation, and antioxidant status of laying hens during heat stress. **Poultry science**, v.80, p.1190-1200, 2001.

- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005.
- SAHIN, K.; KÜÇÜK, O.; SAHIN, N. et al. Effects of vitamin C and vitamin E on lipid peroxidation, status, serum hormones, metabolites and mineral concentrations of laying hens reared at high ambient temperature. **Biological Trace Elements Research**, (MMI-059), 2001.
- 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. Optimal dietary concentration of vitamin E for alleviating the effect of heat stress on performance, Thyroid status, ACTH and some serum metabolite and mineral concentrations in broilers. **Veterinarni Medicina (Czech)**, v.85, p.110-116, 2002.
- 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.
- STILBORN, H.L.; HARRIS, G.C.; BOTTJE, W.G.; WALDROUP, P.W. Ascorbic acid and acetylsalicylic acid (aspirin) in the diet of broilers maintained under heat stress conditions. **Poultry Science**, v. 67, p.1183-1187, 1988.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). 2000. **S.A.E.G. (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa, MG (Versão 8.0).
- VIRDEN, W.S.; THAXTON, J.P.; CORZO, A.; DOZIER, W.A.; KIDD, M.T. Evaluation of Models Using Corticosterone and Adrenocorticotropin to Induce Conditions Mimicking Physiological Stress in Commercial Broilers. **Poultry Science**, v.86, p.2485-2491, 2007.
- 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.