

Relação vitamina E:vitamina C sobre a qualidade da carne de frangos submetidos ao estresse pré-abate

[*Vitamin E:Vitamin C relationship on meat quality of broiler chicken submitted to pre-slaughter stress*]

J.I.M. Fernandes¹, M.I. Sakamoto², D.C. Peiter¹, E.T. Gottardo¹, C. Tellini¹

¹Universidade Federal do Paraná - Palotina, PR

²Universidade Camilo Castelo Branco - Descalvado, SP

RESUMO

Determinou-se a melhor relação vitamina E:vitamina C em dietas para frangos de corte, visando ao melhor desempenho produtivo e à melhor qualidade da carne das aves submetidas ao estresse pré-abate. Utilizaram-se 800 pintos de corte, machos, distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2x4, com dois níveis de suplementação de vitamina E – 0 e 250mg/kg – e quatro de vitamina C – 0, 150, 300 e 450mg/kg. Aos 42 dias de idade, 12 horas *ante mortem*, amostras de aves de cada tratamento foram submetidas ao estresse por calor e, em seguida, pelo transporte. Foram avaliadas características de desempenho – peso vivo, consumo de ração e conversão alimentar –, bem como rendimento de carcaça e qualidade da carne de peito e coxas – perda de água, cor e pH. Os níveis de vitaminas avaliadas não influenciaram nas características de desempenho avaliadas. Houve menor rendimento de peito (34,2 vs. 34,9%) e maior pH inicial (6,3 vs. 6,1) dos cortes, para aves que sofreram estresse em relação àquelas que não foram submetidas ao estresse pré-abate.

Palavras-chave: desempenho, estresse calórico, frangos de corte, perda de água, rendimento de carcaça

ABSTRACT

The best relationship for vitamin E:vitamin C in diets for broilers regarding growth performance and meat quality of birds submitted to pre-slaughter stress was determined. 800 male chicks at one day of age were distributed in a completely randomized design in a 2x4 factorial scheme, with two levels of vitamin E supplementation – 0 and 250mg/kg – and four of vitamin C – 0, 150, 300 and 450mg/kg. At 42 days of age, 12 hours ante-mortem, samples of birds from each treatment were submitted to heat stress and then transportation. The performance characteristics evaluated were body weight, feed intake and feed:gain ratio, carcass yield and meat quality of breast and thighs, water loss, color and pH. The levels of vitamins evaluated did not influence the performance characteristics measured. There was a lower breast yield (34.2 vs 34.9%) and higher initial pH (6.3 vs 6.1) in the cuts for birds that suffered stress than for those who did not undergo pre-slaughter stress.

Key words: broiler chickens, carcass yield, heat stress, performance, water loss

INTRODUÇÃO

A cadeia da carne de frango no Brasil é um importante setor do agronegócio, ocupando a terceira maior produção mundial e o primeiro lugar nas exportações. Para atender a demanda, é fundamental minimizar os problemas de manejo que causam problemas fisiológicos, os quais prejudicam o desempenho produtivo das aves. O

manejo pré-abate e o estresse durante a criação são considerados fatores negativos na produção avícola, considerando-se a seleção genética intensiva dos frangos na obtenção de maior crescimento em menor tempo de criação, o que pode reduzir a taxa de crescimento das aves e aumentar a mortalidade, prejudicando, assim, o rendimento e a qualidade da carne de frango (Savenije *et al.*, 2002).

Recebido em 10 de agosto de 2011

Aceito em 10 de setembro de 2012

E-mail: jimfernandes@ufpr.br

Aves normalmente sintetizam a vitamina C e não há necessidade de suplementação dessa vitamina na alimentação. No entanto, sob condições de estresse, a suplementação de vitamina C pela água de beber ou pela ração tem demonstrado, em alguns casos, aliviar os efeitos deletérios dos fatores de estresse (Silva *et al.*, 1993).

De acordo com a revisão de literatura referente à utilização do ácido ascórbico na avicultura, observam-se alterações nas condições fisiológicas, nas quais a vitamina C atua como agente antiestresse, com redução das taxas de glicocorticoides, o que resulta em diminuição da degradação tissular, permitindo, assim, maior ganho de peso das aves após um período de estresse (Pardue e Thaxton, 1986). Da mesma forma, a vitamina E tem sido estudada na suplementação de dietas para as aves, acima do nível recomendado pelo NRC (National..., 1994), que é de 12mg/kg de ração para frangos de corte, por apresentar função antioxidante no sistema biológico, além das funções reprodutivas e imunológicas (Colnago *et al.*, 1984; Rice e Kennedy, 1988; Finch e Turner, 1996).

Para conservar sua eficácia, a vitamina E requer a presença da vitamina C, que torna possível sua regeneração. A vitamina C é um antioxidante hidrossolúvel, a qual remove os radicais superóxido hidroxila e oxigênio, antes que atinjam os lipídeos celulares e iniciem a peroxidação, além de preservar os níveis de vitamina E e β -caroteno, antioxidantes endógenos na LDL, durante o estresse oxidativo (Araújo *et al.*, 2010).

Um dos maiores problemas na comercialização da carne de frangos tem sido a rancidez oxidativa, tornando o produto inaceitável do ponto de vista sensorial pelos consumidores. A vitamina E pode agir sobre essa oxidação aumentando a estabilidade devido ao grau de insaturação da gordura, o que melhora a resistência das carnes frescas e dos produtos cárneos à oxidação (Lauridsen *et al.*, 1997). Cortinas *et al.* (2005) concluíram que a suplementação com até 200mg/kg de α -tocoferol previne até 88% da máxima oxidação lipídica, no entanto níveis superiores a este não apresentaram melhora na estabilidade da carne de coxas de frangos. Segundo Leeson (2007), geralmente a suplementação de 100-400UI de vitamina E/kg

de dieta tem demonstrado promover a qualidade da carne na maioria dos estudos.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as vitaminas E e C sobre o desempenho e a qualidade da carne de frangos de corte, submetidos ao estresse pré-abate de temperatura e transporte.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em Experimentação da Universidade Federal do Paraná, *Campus* Palotina, sob protocolo no.13/2010, em 14 de março de 2010. Foram utilizados 800 pintos de corte, Ross, machos, distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2x4, com dois níveis de suplementação de vitamina E – 0 e 250mg/kg – e quatro de vitamina C – 0, 150, 300 e 450mg/kg de ração –, totalizando oito tratamentos com quatro repetições de 25 aves cada.

As rações foram à base de milho e farelo de soja, de acordo com as exigências nutricionais de Rostagno *et al.* (2005) (Tab. 1). O suplemento vitamínico utilizado foi isento das vitaminas em estudo, e as vitaminas C (protegida) e E foram adicionadas à ração-controle em substituição ao inerte, de acordo com os tratamentos.

As características de desempenho avaliadas, semanalmente, foram: peso vivo, consumo de ração e conversão alimentar. Aos 42 dias de idade, 12 horas *ante mortem*, oito aves/tratamento foram submetidas ao estresse por calor e, em seguida, pelo transporte. Estas aves foram identificadas por anilhas e mantidas em ambiente com temperatura média de 32°C durante o período *ante mortem*. Por aproximadamente 30 minutos antes do abate, as aves foram colocadas em caixas de grades plásticas e transportadas em veículo por terreno acidentado e abatidas em estado de ofegação. Outras oito aves/tratamento foram mantidas e transportadas em condições de conforto térmico (temperatura média de 22°C). Após o abate, foram avaliados o rendimento de carcaça e cortes (peito e coxas) e as características de qualidade da carne (perda de água, cor e pH). A determinação do pH foi realizada diretamente no filé do peito das aves utilizadas para o

rendimento de carcaça, com auxílio do potenciômetro Sentron 1001, aos 30 minutos e 24 horas *post mortem*. O ponto de incisão do eletrodo foi na parte cranial ventral do filé, conforme descrito por Boulianne e King (1995).

As medidas de cor foram realizadas na face ventral do filé 24h *post mortem*, tomando três pontos diferentes de leitura por amostra para cada sistema de cor, nas mesmas amostras da determinação de pH, sendo utilizado o colorímetro Minolta CR10. A análise da cor foi realizada pelo sistema Hunter, considerando-se apenas o valor de L* (luminosidade).

As medidas de perda de água foram realizadas conforme o método descrito por Barbut (1996).

Neste procedimento, 5g de amostras, em duplicata, no tempo de 24h *post mortem*, foram homogeneizadas com 8,0mL de solução de NaCl 0,6M. O homogenato foi transferido para tubo de centrífuga de policarbonato e mantido em banho de gelo fundente por 30 minutos e, então, centrifugado a 7000g por cinco minutos a 20°C.

Posteriormente, o sobrenadante foi descartado, e os tubos pesados em balança analítica. Os resultados foram expressos como o peso da solução salina retida.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de significância, utilizando-se o programa estatístico SAS (Statistical..., 2002).

Tabela 1. Composição percentual e calculada das dietas experimentais dos frangos de corte no período inicial (um a 21 dias) e crescimento (22 a 42 dias)

Ingrediente (%)	Dieta inicial	Dieta crescimento
Milho	52,68	61,23
Farelo de soja	39,34	30,06
Óleo de soja	3,14	3,97
Calcário	0,98	1,02
Fosfato bicálcico	2,09	1,98
Inerte (Caulim)	0,50	0,50
Sal comum	0,37	0,36
Bicarbonato de sódio	0,09	0,11
L-Lisina HCl 78%	0,18	0,21
DL-Metionina 98%	0,29	0,22
L-Treonina 98%	0,04	0,04
Premix vitamínico e mineral ^{1,2}	0,30	0,30
Valor calculado		
Proteína bruta, %	22,50	19,00
Energia metabolizável, kcal/kg	2.949	3.100
Cálcio, %	1,00	0,97
Fósforo disponível, %	0,50	0,47
Sódio, %	0,19	0,19
Potássio, %	0,87	0,72
Cloro, %	0,30	0,30
Lisina digestível, %	1,25	1,06
AAST digestível, %	0,89	0,75
Treonina digestível, %	0,80	0,68
Arginina digestível, %	1,45	1,18
BED ³ , mEq/100g	228,22	192,72

¹Mistura vitamínica (conteúdo por kg de premix): vit. A 7.000.000,00 UI; vit. D3 2.200.000,00UI; vit. K3 1.600,00mg; vit. B1 2.000,00mg; vit. B2 5.000,00mg, vit. B12 12.000,00mg; niacina 35.000,00mg; ácido pantotênico 13.000,00mg; ácido fólico 800,00mg; antioxidante 100.000,00; veículo q.s.p. 1.000,00g.

²Mistura mineral (conteúdo por kg de premix): ferro 10.000,00mg; cobre 16.000,00mg; iodo 2.400,00mg; zinco 100.000,00mg; manganês 140.000,00mg; selênio 400,00mg; veículo q.s.p. 1.000,00g.

³Balanco eletrolítico da dieta (Mongin,1981): BED=[(% Na*10.000/22,990)+(% K*10.000/39,102)]-(% Cl*10.000/35,453).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das características de desempenho estão apresentados na Tab. 2. As vitaminas C e E avaliadas não influenciaram o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar dos frangos de corte durante os 42 dias de criação.

Estes resultados estão de acordo com Cardoso *et al.* (2007), que avaliaram a associação da vitamina E – 0, 12 e 120mg/kg – e zinco – 0, 40 e 400mg/kg – em dietas para frangos de corte, e não observaram efeito da vitamina E sobre o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar das aves. Frigg *et al.* (1992)

e Sell *et al.* (1994), ao utilizarem 300 e 500mg de vitamina E/kg da dieta, respectivamente, não verificaram efeito dos tratamentos sobre o desempenho de frangos de corte e perus. Toledo *et al.* (2006), ao utilizarem 10, 20 e 30mg de vitamina E/kg da dieta, abaixo dos valores médios utilizados na indústria avícola, não observaram diferença no desempenho dos frangos, o que poderia levar à diminuição nos custos de produção. Resultados semelhantes foram apresentados por Almeida *et al.* (2009), que não encontraram diferença no ganho de peso e na conversão alimentar de frangos de corte criados até 49 dias de idade com ração suplementada até 400mg de vitamina E/kg da dieta.

Tabela 2. Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) dos frangos de corte suplementados com vitaminas C e E

	1 a 21 dias			21 a 42 dias			1 a 42 dias		
	GP (g)	CR (g)	CA	GP (g)	CR (g)	CA	GP (g)	CR (g)	CA
Vit. C (mg/kg)									
0	728,25	1046,75	1,437	1742,81	3289,71	1,888	2471,05	4336,22	1,755
150	747,25	1068,99	1,431	1708,45	3257,00	1,906	2455,70	4321,51	1,760
300	756,41	1076,69	1,423	1720,34	3299,97	1,918	2476,75	4375,23	1,767
450	748,79	1063,26	1,420	1742,32	3335,40	1,914	2491,11	4397,27	1,765
Vit. E (mg/kg)									
0	739,01	1063,89	1,440	1746,75	3322,64	1,902	2485,76	4384,76	1,764
250	751,51	1063,97	1,416	1708,07	3263,90	1,911	2459,58	4325,90	1,759
Média	745,20	1063,99	1,427	1728,12	3294,84	1,906	2473,32	4356,78	1,761
CV (%)	5,97	7,64	5,80	5,63	4,90	6,60	2,57	3,35	4,34
Análise de variância									
Vit. C	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Vit. E	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Vit C x E	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). NS= não significativo (P>0,05).

Avaliando o desempenho de frangos de corte até o 49º dia de idade, alimentados com dieta abaixo da exigência proposta pelo NRC (National..., 1994) para a vitamina E, que é de 12mg/kg de dieta, ou ainda com valor considerado excessivo, 300mg/kg, Raza *et al.* (1997) verificaram melhor conversão alimentar e maior peso corporal para as aves alimentadas com 300mg/kg da dieta. Da mesma forma, Barreto *et al.* (1999) demonstraram que o aumento da vitamina E na dieta de frangos de corte resultou em melhora significativa no ganho de peso das aves aos 42 dias de idade.

Silva *et al.* (1993) observaram melhora na conversão alimentar dos frangos, dos 35 aos 48 dias de idade, que receberam 75mg de vitamina C/kg de dieta e mantidos sob estresse de lotação, em relação às aves que não receberam suplementação da vitamina.

Não houve efeito significativo das vitaminas C e E sobre o rendimento de carcaça e características de qualidade da carne avaliadas. No entanto, foi observado efeito do estresse pré-abate sobre o rendimento de peito e pH inicial dos cortes (Tab. 3). Houve menor rendimento de peito para aves que sofreram estresse em relação àquelas

que não foram submetidas ao estresse pré-abate. O pH inicial da carne do peito das aves que sofreram estresse foi maior que das aves não estressadas.

Animais submetidos às condições estressantes têm seu metabolismo acelerado, devido à liberação desordenada de cálcio, levando a um aumento na temperatura corporal (Lesiów e Kijowski, 2003). Para as aves manterem a

temperatura interna do corpo relativamente constante, ativam processos metabólicos responsáveis por compensações fisiológicas. Esses ajustes promovem o consumo de nutrientes para produzir ou dissipar calor, ao invés de utilizá-lo para a síntese de novas moléculas (Tinôco, 2001). Tais alterações metabólicas aumentam a produção de ácido láctico e a rigidez muscular (Owens et al, 2000; Lesiów e Kijowski, 2003).

Tabela 3. Rendimento de carcaça e características de qualidade da carne de frangos de corte suplementados com vitaminas C e E, submetidos ao estresse pré-abate

	Carcaça (%)		Peito (%)		Coxas (%)		Perda de água (%)		Cor (L*)		pH inicial		pH final	
	Estresse sem	Estresse com	Estresse sem	Estresse com	Estresse sem	Estresse com	Estresse sem	Estresse Com	Estresse sem	Estresse com	Estresse sem	Estresse com	Estresse sem	Estresse com
Vit. C (mg/kg)														
0	74,6	75,5	33,2	33,7	27,6	28,1	30,2	33,2	54,7	51,5	6,1	6,3	5,9	6,0
150	74,9	74,9	35,1	33,9	26,8	27,3	27,0	28,7	52,9	52,7	6,2	6,2	5,9	5,9
300	74,3	72,7	36,3	34,0	27,3	27,6	26,2	32,2	55,8	52,1	6,1	6,3	5,8	5,9
450	73,5	74,1	35,1	35,2	27,9	27,5	33,0	31,7	53,2	54,8	6,2	6,3	5,9	5,9
Vit. E (mg/kg)														
0	74,8	73,9	34,1	35,7	27,2	27,6	29,0	31,7	54,5	53,8	6,2	6,3	5,9	5,9
250	75,2	73,4	33,8	34,6	27,7	27,5	29,2	31,2	53,9	52,1	6,1	6,3	5,9	5,9
Média	74,5	74,1	34,9a	34,2b	27,4	27,6	29,1	31,5	54,2	52,9	6,1b	6,3a	5,9	5,9
CV (%)	4,98		6,67		6,16		23,25		5,77		2,48		2,12	
Análise de variância														
Vit. C	NS		NS		NS		NS		NS		NS		NS	
Vit. E	NS		NS		NS		NS		NS		NS		NS	
Vit.Cx	NS		NS		NS		NS		NS		NS		NS	
E	NS		NS		NS		NS		NS		NS		NS	
Estresse	NS		0,0449		NS		NS		NS		0,0014		NS	

Valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); NS= são significativos (P>0,05).

Souza et al. (2006), ao avaliarem a suplementação de vitamina E nas dietas de frangos de corte, não observaram efeito dessa vitamina sobre as características produtivas, nos rendimentos de carcaça e cortes, nos valores de pH e nos teores de lipídeos totais. Foram observados efeitos positivos para força de cisalhamento e concentração de vitamina E na carne de peito e pernas.

Komiyama et al. (2010) observaram diferença nos valores de pH em peito de matrizes pesadas quando avaliados em diferentes tempos *post mortem* (1,5; 4,0 e 24 horas). No entanto, o tempo de jejum, a distância do transporte e o tempo de espera no abatedouro, entre os lotes avaliados, não puderam ser controlados, o que pode ter influenciado nos resultados finais. Segundo alguns autores, essas etapas *ante*

mortem podem afetar a qualidade da carne das aves pelo estresse produzido, levando à alteração no pH da carne (Takahashi, 2007; Komiyama et al., 2008).

Não foi observado efeito das vitaminas avaliadas e do estresse pré-abate sobre a perda de água do peito das aves ao final do período de criação. Estudos realizados por Roque-Specht et al. (2009), pelo processo de cocção, verificaram maior perda de água, conseqüentemente, maior perda de peso, em cortes cujos valores de pH variaram entre 5,2-5,5 e as menores perdas em pH próximos a 6,0. Este comportamento decorre da hidrólise das proteínas miofibrilares que, em situações de aquecimento e pH ácido, promove a desnaturação proteica e a perda das propriedades funcionais da carne, diminuindo a capacidade de

retenção de água (Huff-Lonergan e Lonergan, 2005).

A coloração da carne dos frangos, determinada pela luminosidade (L*), não foi influenciada pelas vitaminas avaliadas e pelo estresse pré-abate nas aves. No entanto, apresentou valores superiores aos considerados normais para filé de peito, que fica em torno de 47,25, de acordo com Komiyama (2006).

Segundo Olivo e Shimokomaki (2001), a presença de vitamina E nas membranas celulares, via suplementação, confere estabilidade de cor e estabilidade lipídica aos cortes cárneos e inibe os processos bioquímicos indutores da carne PSE em frangos de corte.

CONCLUSÃO

A utilização das vitaminas E e C nas dietas de frangos de corte abaixo dos valores médios utilizados na indústria avícola não interferiu no desempenho produtivo das aves. Entretanto, em virtude do elevado estresse pré-abate das aves, a suplementação dessas vitaminas pode minimizar o problema da má qualidade da carne de frangos de corte.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.P.S.; PINTO, M.F.; POLONI, L.B. *et al.* Efeito do consumo de óleo de linhaça e de vitamina E no desempenho e nas características de carcaças de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.61, p.698-705, 2009.
- ARAÚJO, W.A.G.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. *et al.* Vitamina E na nutrição animal. *Rev. Eletrônica Nitritime*, v.7, p.1292-1303, 2010.
- BARBUT, S. Estimates and detection of the PSE problem in young turkey breast meat, *Can. J. An. Sci.*, v.76, p.455-457, 1996.
- BARRETO, S.L.T.; FERREIRA, W.M.; MORAES, T. Efeito de níveis de vitamina E na dieta sobre o desempenho e concentração de a-tocoferol na carne de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.51, p.387-392, 1999.
- BOULIANNE, M.; KING, A.J. Biochemical and color characteristics of skinless boneless pale chicken breast. *Poult. Sci.*, v.74, p.1693-1698, 1995.
- CARDOSO, A.L.S.; ALBUQUERQUE, R.; TESSARI, E.N.C. Desempenho de frangos de corte recebendo rações com diferentes níveis de inclusão de zinco e de vitamina E. *Arq. Inst. Biol.*, v.74, p.307-313, 2007.
- COLNAGO, G.L.; JENSEN, L.S.; LONG, P.L. Effect of selenium and vitamin E on the development of immunity to coccidiosis in chickens. *Poult. Sci.*, v.63, p.1136-1143, 1984.
- CORTINAS, L.; BARROETA, A.; VILLAVERDE, C. *et al.* Influence of the dietary polyunsaturation level on chicken meat quality: Lipid oxidation. *Poult. Sci.*, v.84, p.48-55, 2005.
- FINCH, J.M.; TURNER, R.J. Effect of selenium and vitamin E on the immune responses of domestic animals. *Res. Vet. Sci.*, v.60, p.97-106, 1996.
- FRIGG, M.; WHITEHEAD, C.C.; WEBER, S. Absence of effects of dietary a-tocopherol on egg yolk pigmentation. *Br. Poult. Sci.*, v.33, p.347-353, 1992.
- HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S.M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Sci.*, v.71, p.194-204, 2005.
- KOMIYAMA, C.M. *Caracterização e ocorrência de carne pálida em frangos de corte e seu efeito na elaboração de produtos industrializados.* 2006. 89f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.
- KOMIYAMA, C.M.; MENDES, A.A.; TAKAHASHI, S.E. *et al.* Chicken meat quality as a function of fasting period and water spray. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, v.10, p.179-183, 2008.
- KOMIYAMA, C.M.; MENDES, A.A.; SANFELICE, C. *et al.* Qualidade físico-química e sensorial da carne de peito de matrizes pesadas de descarte. *Cienc. Rural*, v.40, p.1623-1629, 2010.

- LAURIDSEN, C.; BUCKEY, D.J.; MORRISEY, P.A. Influence of dietary fat and vitamin E supplementation on α -tocopherol levels and fatty acid profiles in chicken muscle membranal fractions and on susceptibility to lipid peroxidation. *Meat Sci.*, v.46, p.9-22, 1997.
- LEESON, S. Vitamin requirements: is there basis for reevaluating dietary specifications? *World's Poult. Sci. J.*, v.63, p.255-266, 2007.
- LESIÓW, T.; KIJOWSKI, J. Impact of PSE and DFD meat on poultry processing. A review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, v.12, p.3-8, 2003.
- MONGIN, P. Recent advances in dietary cation-anion balance: applications. In: POULTRY PROCEEDINGS NUTRITION SOCIETY, 1981, Cambridge. *Proceedings...* Cambridge: 1981. v.40, p.285-294.
- NATIONAL research council. NRC. *Nutrient requirements of poultry*. 9.ed. Washington, DC: National Academic Press, 1994. 155p.
- OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. *Carnes: No Caminho da Pesquisa*. Cocal do Sul: Imprint, 2001. 155p.
- OWENS, C.M.; McKEE, S.R.; MATTEWS, N.S. et al. The development of pale, exudative meat in two genetic lines of turkeys subjected to heat stress and its predication by halothane screening. *Poult. Sci.*, v.79, p.430-435, 2000.
- PARDUE, S.L.; THAXTON, J.P. Ascorbic acid in poultry: a review. *World's Poult. Sci. J.*, v.42, p.107-123, 1986.
- RAZA, F.K.; KHAN, S.A.; RAZA, A. et al. Effect of vitamin E and deficiency and excess on immune system of broiler chickens. *Int. J. Anim. Sci.*, v.12, p.39-41, 1997.
- RICE, D.; KENNEDY, S. Vitamin E: function and effects of deficiency. *Brit. Vet. J.*, v.144, p.482-495, 1988.
- ROQUE-SPECHT, V.F.; SIMONI, V.; PARISE, N. et al. Avaliação da capacidade de retenção de água em peitos de frango em função do pH final. *Rev. Bras. Agrocienc.*, v.15, p.77-81, 2009.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais*. 2.ed., Viçosa:UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.
- SAVENIJE, B.; LAMBOOIJ, E.; GERRITZEN, M.A. et al. Effects of feed deprivation and transport on preslaughter blood metabolites, early postmortem muscle metabolites, and meat quality. *Poult. Sci.*, v.81, p.699-708, 2002.
- SELL, J.; REYNOLDS, D.; JEFFREY, M. Influence of dietary supplementation with vitamin E and ascorbic acid on vitamin E status of pouts. *Poult. Sci.*, v.73, p.13, 1994.
- SILVA, R.D.M.; MENTEN, J.F.M.; CARDOSO, M.K. Suplementação de vitamina C associada à densidade de criação no desempenho de frangos de corte. *Sci. Agric.*, v.50, p.490-497, 1993.
- SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A.; PELICANO, E.R.L. et al. Efeito da suplementação de vitamina E no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte. *Rev. Port. Cienc. Vet.*, v.101, p.87-94, 2006.
- STATISTICAL Analysis System - SAS Institute 2002. SAS®. User's Guide: Statistics. Version 9.1. 4.ed., Cary. NC. 2002.
- TAKAHASHI, S.E. *Ocorrência de carne pálida e características de qualidade de carne de frangos de corte*. 2007. 86f. Tese (Doutorado em Nutrição e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.
- TINÔCO, I.F.F. Avicultura industrial: Novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, v.3, p.1-26, 2001.
- TOLEDO, G.S.; KLOECKNER, P.; LOPES, J. et al. Níveis das vitaminas A e E em dietas de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. *Cienc. Rural*, v.36, p.624-629, 2006.