

## TEMPERATURA CLOACAL DE FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS A ESTRESSE TÉRMICO NA SEGUNDA SEMANA DE VIDA

MARCELO BAHUTI<sup>1</sup>, LUCAS HENRIQUE PEDROZO ABREU<sup>2</sup>, TADAYUKI YANAGI JUNIOR<sup>3</sup>, DIAN LORENÇONI<sup>4</sup>, FLÁVIO ALVES DAMASCENO<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Eng. Agrícola, Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, marcelo\_bahuti@hotmail.com

<sup>2</sup>Eng. Agrícola, Prof. Dr., Depto.de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, lucas.abreu@deg.ufla.br

<sup>3</sup>Eng. Agrícola, Prof. Dr., Depto.de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, yanagi@deg.ufla.br

<sup>4</sup>Doutorando em Eng. Agrícola, Depto.de Engenharia, UFLA/Lavras-MG,(35) 3829.1481, dlourenconi@hotmail.com

<sup>5</sup>Eng. Agrícola, Prof. Dr., Depto.de Engenharia, UFLA/Lavras-MG,(35) 3829.1481, flavio.damasceno@deg.ufla.br

Apresentado no

XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016  
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

**RESUMO:** A temperatura cloacal é um importante parâmetro fisiológico para quantificar o conforto térmico de animais, sendo que, suas variações podem ocorrer em função das variáveis térmicas. Neste contexto, objetivou-se com a presente pesquisa, avaliar a temperatura cloacal ( $t_{clo}$ ) de frangos de corte Cobb500<sup>®</sup>, na segunda semana de vida, submetidos a diferentes temperaturas de bulbo seco do ar (24, 27, 30 e 33 °C) e durações de estresse (1, 2, 3 e 4 dias). O experimento foi conduzido em túneis de vento climatizados, sendo que, a umidade relativa e velocidade do ar foram fixadas em 60% e 0,2 m s<sup>-1</sup>, respectivamente. A  $t_{clo}$  foi mensurada diariamente por meio de termômetro digital. Análise de variância e o teste de médias de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade foram aplicados aos dados. Os resultados indicam que o estresse por baixas temperaturas (24 e 27 °C), ocasionaram diminuição da  $t_{clo}$  ( $p < 0,05$ , teste Skott-Knott). Quando submetidas a estresse por alta temperatura (33 °C), não verificou-se diferença significativa ( $p > 0,05$ , teste Skott-Knott) em relação ao tratamento controle (30 °C). A aclimatação das aves ao estresse térmico ocorreu a partir do segundo dia de estresse.

**PALAVRAS-CHAVE:** ambiência animal, conforto térmico, parâmetros fisiológicos

## CLOACAL TEMPERATURE OF BROILERS SUBMITTED TO HEAT STRESS IN THE SECOND WEEK OF LIFE

**ABSTRACT:** The cloacal temperature is an important physiological parameter to quantify the thermal comfort of animals, and that variations may occur because of thermal variables. In this context, the aim of the present research was to evaluate the cloacal temperature ( $T_{clo}$ ) Cobb500<sup>®</sup> of broilers, in the second week of life, submitted to different dry bulb air temperatures (24, 27, 30 and 33 °C) and stress durations (1, 2, 3 and 4 days). The experiment was carried out in air-conditioned wind tunnels, and the relative humidity and air velocity were fixed in 60% and 0.2 m s<sup>-1</sup>, respectively. The  $T_{clo}$  was measured daily using a digital thermometer. Analysis of variance and mean Scott Knott test at 5% probability were applied to the data. The results indicate that stress by low temperature (24 to 27 °C) resulted  $T_{clo}$  decreased ( $p < 0.05$ , Skott-Knott test). When subjected to high temperature stress (33 °C), not there was a significant difference ( $p > 0.05$ , Skott-Knott test) compared to the control treatment (30 °C). Acclimatization of birds to heat stress occurred from the second day of stress.

**KEYWORDS:** animal ambiente, thermal comfort, physiological parameters

## INTRODUÇÃO

O Brasil por ser um país de vasta extensão territorial, apresenta grande diversidade climática com amplitudes de temperaturas durante o ano, no qual, promove complicações na criação de frangos de corte devido às variações que acontecem no ambiente de produção (NÄÄS et al., 2010).

Dessa forma, no atual cenário de desenvolvimento da avicultura brasileira, faz-se necessário que as aves sejam criadas em ambientes adequados para que se possa obter elevado desempenho, propiciando o máximo do seu potencial genético. Nestas condições, caracterizadas como de conforto térmico, obtém-se baixo gasto energético para o controle da homeotermia, aumentando desta forma o desempenho (NASCIMENTO et al., 2014).

A temperatura cloacal ( $t_{clo}$ ) está entre os principais indicadores fisiológicos de conforto térmico de frangos de corte, pois se altera com a variação da temperatura de bulbo seco do ar ( $t_{bs}$ ), umidade relativa (UR) e luminosidade (COSTA et al., 2012; FERREIRA et al., 2012). Ocorrendo variação de  $t_{clo}$ , as aves dissipam ou retêm calor, assim, parte da energia que deveria ser utilizada para o ganho de peso, deverá ser aplicada no processo termorregulatório, diminuindo as respostas produtivas.

Qualquer variação da temperatura corporal de frangos de corte indica que as trocas realizadas na sua superfície não foram suficientes para a manutenção do equilíbrio térmico (NASCIMENTO et al., 2013), indicando assim, alterações fisiológicas.

O aumento da  $t_{clo}$  é proporcional à idade (MARCHINI et al., 2007), sendo que, o estresse causado pela alta  $t_{clo}$  resulta na diminuição do ganho de peso (COSTA et al., 2012). Segundo OLIVEIRA et al. (2006), a temperatura de núcleo corporal para a segunda semana de vida varia entre 41 a 42 °C, faixa esta, condizente com os valores encontrados por BUENO et al. (2014).

Diante desse contexto, objetivou-se com este trabalho, avaliar a temperatura média cloacal de frangos de corte na segunda semana de vida, submetidos à diferentes intensidades e durações de estresse térmico, ajustando equações de correlação entre essas variáveis.

## MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada em um laboratório de ambiência animal equipado com dois sistemas de ar condicionado com potência de 18.000 BTUs cada, destinados ao controle e manutenção da temperatura da sala. A mesma contém quatro túneis de vento climatizados. No interior de cada túnel de vento está locada uma gaiola com dimensões de 0,40 x 0,60 m, divididas em três sub-repartições equivalente a 0,08 m<sup>2</sup> cada, que por sua vez são equipadas com comedouros e bebedouros.

Foram utilizados duzentos e quarenta frangos de corte da linhagem *Cobb500*<sup>®</sup> machos e fêmeas, obtidas com 1 dia de vida de um mesmo incubatório comercial. Para cada etapa foram utilizadas sessenta aves, com uma distribuição de cinco aves por divisória nos primeiros sete dias de vida, ou seja, quinze aves por túnel. Posteriormente, na segunda semana de vida, apenas quatro pintainhos foram mantidos em cada repetição, mantendo a densidade de criação recomendada pelo manual (COBB, 2012).

Durante o período experimental foi fornecida às aves ração balanceada, formulada à base de milho e farelo de soja seguindo as recomendações nutricionais de ROSTAGNO et al. (2011). A ração e a água estavam disponíveis *ad libitum*. A higienização dos túneis de vento e das gaiolas foi realizada todos os dias, para evitar a formação de gases, propiciando um ambiente

adequado para o desempenho dos frangos de corte. A  $t_{clo}$  das aves também foi avaliada diariamente.

O experimento foi realizado em diferentes etapas, variando a intensidade da  $t_{bs}$  aplicada sobre os frangos de corte na segunda semana de vida. Nos primeiros sete dias, as aves foram mantidas em conforto térmico sobre 33°C (CONY & ZOCCHÉ, 2004). Por sua vez, a partir do oitavo dia, os níveis de  $t_{bs}$  em cada etapa foram de 24, 27 e 33°C, a fim de proporcionar estresse térmico tanto por baixas quanto altas temperaturas (CONY & ZOCCHÉ, 2004; CURTIS, 1983).

O estresse térmico foi aplicado em quatro níveis de duração e efetuado nos dias 8, 9, 10 e 11 do período experimental de cada etapa, posteriormente, no decorrer da segunda semana, as temperaturas retornaram a zona de termoneutralidade. A Tabela 1 ilustra como foi realizada a divisão dos tratamentos.

Para a realização do experimento a umidade relativa do ar foi mantida em  $60 \pm 1\%$  e a velocidade do ar em  $0,2 \pm 0,1\text{ms}^{-1}$ , caracterizada como de conforto para frangos de corte (MEDEIROS et al., 2005). A luminosidade foi ajustada, por meio de um luxímetro (LDR-380, precisão de  $\pm 3\%$ ), com intensidades de 25 e 10 lux para a primeira e segunda semana de vida, respectivamente (COBB, 2012).

TABELA 1. Temperatura de bulbo seco do ar e dias de manutenção da condição de estresse térmico (em negrito), aplicados a frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, mantidos em túneis de vento climatizados.

		Temperatura de bulbo seco do ar (°C)							
Etapa	Túnel	Dias de Vida							
		1 a 7	8	9	10	11	12	13	14
1	A	33°C	<b>33°C</b>	30°C	30°C	30°C	30°C	30°C	30°C
	B		<b>33°C</b>	<b>33°C</b>	30°C	30°C	30°C	30°C	30°C
	C		<b>33°C</b>	<b>33°C</b>	<b>33°C</b>	30°C	30°C	30°C	30°C
	D		<b>33°C</b>	<b>33°C</b>	<b>33°C</b>	<b>33°C</b>	30°C	30°C	30°C
2	A	33°C	<b>27°C</b>	30°C	30°C	30°C	30°C	30°C	30°C
	B		<b>27°C</b>	<b>27°C</b>	30°C	30°C	30°C	30°C	30°C
	C		<b>27°C</b>	<b>27°C</b>	<b>27°C</b>	30°C	30°C	30°C	30°C
	D		<b>27°C</b>	<b>27°C</b>	<b>27°C</b>	<b>27°C</b>	30°C	30°C	30°C
3	A	33°C	<b>24°C</b>	30°C	30°C	30°C	30°C	30°C	30°C
	B		<b>24°C</b>	<b>24°C</b>	30°C	30°C	30°C	30°C	30°C
	C		<b>24°C</b>	<b>24°C</b>	<b>24°C</b>	30°C	30°C	30°C	30°C
	D		<b>24°C</b>	<b>24°C</b>	<b>24°C</b>	<b>24°C</b>	30°C	30°C	30°C
4	A, B, C e D	33°C				30°C			

Uma ave de cada repartição da gaiola foi capturada aleatoriamente para ter sua  $t_{clo}$  mensurada, ou seja, doze aves por dia, totalizando quarenta e oito verificações por etapa. A medição da  $t_{clo}$  foi realizada por meio do termômetro digital (INSTRUTHERM® São Paulo, Brasil; Modelo THR-080; precisão  $\pm 0,01^\circ\text{C}$ ), sendo que, antes de cada utilização, foi realizada a esterilização do sensor, que por sua vez foi introduzido na cloaca das aves obtendo o valor da  $t_{clo}$  até que a leitura ficasse estabilizada (COSTA et al., 2012).

Para a análise estatística das variáveis, adotou-se o delineamento inteiramente casualizado (D.I.C.) com três repetições, montado segundo o arranjo fatorial 4x4, ou seja, quatro  $t_{bs}$  na segunda semana de vida das aves (33 °C, 30 °C, 27 °C e 24 °C) e quatro durações de estresse (1, 2, 3 e 4 dias), de acordo com a equação 1. As variáveis foram tratadas pelo programa estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2010) submetidas à análise de variância e de

médias comparadas por meio do teste Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade. Os dados foram submetidos à análise de *clustering* (R Core Team, 2012), para a construção do dendograma da  $t_{clo}$  das aves, sendo que foi utilizado o método de Ward, que calcula a menor soma de quadrados dentro dos grupos (BIAGIOTTI et al., 2015).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk} \quad (1)$$

em que,

$Y_{ijk}$  - é a observação da repetição  $k$  da  $i$ -ésima temperatura, na  $j$ -ésima duração, com  $i, j=1,2,3,4$  e  $k=1,2,3$ ;

$\mu$  - é a constante associada a cada observação;

$\alpha_i$  - é o efeito da  $i$ -ésima temperatura;

$\beta_j$  - é o efeito da  $j$ -ésima duração;

$\alpha\beta_{ij}$  - interação entre a temperatura de bulbo seco do ar e a duração, e

$e_{ijk}$  - erro associado a cada observação, sendo  $e_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a verificação da  $t_{bs}$  e UR aos quais os frangos de corte foram submetidos, o ambiente térmico no interior dos túneis de vento climatizados foi monitorado durante o período experimental. Os valores médios e os desvios padrão observados durante a segunda semana de vida das aves são listados na Tabela 2.

TABELA 2. Valores de temperatura de bulbo seco ( $t_{bs,desejada}$ ) e umidade relativa ( $UR_{desejada}$ ) do ar desejadas, médias observadas ( $t_{bs,obs}$  e  $UR_{obs}$ ) e desvios padrão (entre parênteses) no interior dos túneis de vento climatizados.

Etapa	Variáveis Térmicas	Duração do Estresse			
		1 dia	2 dias	3 dias	4 dias
1	$t_{bs,desejada}(^{\circ}C)$	24,0			
	$t_{bs,obs}(^{\circ}C)$	24,3 (0,3)	24,3(0,3)	24,3(0,3)	24,3(0,3)
	$UR_{obs}(\%)$	60,4 (0,7)	60,4 (0,8)	59,9 (1,0)	60,8 (0,6)
2	$t_{bs,desejada}(^{\circ}C)$	27,0			
	$t_{bs,obs}(^{\circ}C)$	27,2 (0,3)	27,2 (0,2)	27,1 (0,2)	27,2 (0,3)
	$UR_{obs}(\%)$	60,0 (1,6)	60,3 (1,0)	60,0 (0,9)	60,4 (0,9)
3	$t_{bs,desejada}(^{\circ}C)$	33,0			
	$t_{bs,obs}(^{\circ}C)$	33,0 (0,3)	33,0 (0,3)	33,0 (0,3)	33,0 (0,3)
	$UR_{obs}(\%)$	60,0 (1,7)	60,1 (1,3)	59,9 (1,4)	60,5 (1,3)
4	$t_{bs,desejada}(^{\circ}C)$	30,0			
	$t_{bs,obs}(^{\circ}C)$	30,2 (0,2)			
	$UR_{obs}(\%)$	60,3 (0,7)			

$t_{bs,desejada}$ = temperatura de bulbo seco do ar desejada;  $t_{bs,obs}$ = temperatura de bulbo seco do ar observada;  $UR_{obs}$ =umidade relativa do ar observada.

As temperaturas de bulbo seco do ar observadas obtiveram baixos desvios padrões, ficando próximas das temperaturas desejadas (Tabela 2). Os maiores desvios padrões encontrados foram de 0,3 °C para a  $t_{bs}$  e de 1,7 % para a UR. Essas variações indicam a

eficiência dos túneis de vento climatizados na manutenção do ambiente térmico desejado, corroborando com SCHIASSI et al. (2014).

A interação entre a  $t_{bs}$  e a duração do estresse térmico para as médias das  $t_{clo}$  não foi significativa ( $P>0,05$ , teste F), porém, as diferentes  $t_{bs}$  e durações do estresse térmico apresentam diferença significativa ( $P<0,01$ , teste F), sendo o teste de médias listado na Tabela 3. A menor  $t_{clo}$  (40,5 °C) ocorreu quando as aves foram submetidas à  $t_{bs}$  de estresse térmico mais baixa (24 °C), sendo que, a  $t_{clo}$  observada está abaixo do limite inferior para o intervalo considerado como conforto, que varia de 41 a 42 °C (OLIVEIRA et al., 2006). Dessa forma, observa-se que a  $t_{bs}$  de 24 °C proporcionou diminuição significativa na  $t_{clo}$  das aves ( $p<0,05$ , teste Scott-Knott), caracterizando assim, condição de estresse por frio (CASTILHO et al., 2015).

Para a  $t_{bs}$  de 27 °C observa-se que a  $t_{clo}$  situa-se dentro da faixa de conforto, porém, ocorre uma diferença significativa ( $P<0,05$ , teste Scott-Knott) em relação às outras temperaturas de estresse térmico. No tratamento controle ( $t_{bs}= 30^{\circ}\text{C}$ ) que caracteriza condição de conforto térmico (SCHIASSI et al., 2015; CONY & ZOCHE, 2004), observa-se que o valor da  $t_{clo}$  encontra-se dentro da faixa de conforto. Porém, quando as aves foram submetidas à  $t_{bs}$  de 33 °C, foi constatado que não ocorreu diferença significativa ( $P>0,05$ , teste Scott-Knott) em relação ao tratamento controle. Isto ocorre devido ao fato de que as aves conseguiram dissipar o calor produzido pelo metabolismo para o meio (ABREU & ABREU 2011), bem como, por este valor de  $t_{bs}$  ainda não ser suficiente para proporcionar aumento significativo da  $t_{clo}$ .

TABELA 3. Média e desvios padrão (entre parênteses) da temperatura cloacal ( $t_{clo}$ ) de frangos de corte submetidos a diferentes intensidades e durações de estresse térmico durante a segunda semana de vida.

$t_{bs}$ (°C)	$t_{clo}$ (°C)	Duração do estresse (dias)	$t_{clo}$ (°C)
24	40,5 (0,33) a	1	41,0 (0,71) a
27	41,3 (0,39) b	2	41,3 (0,63) b
30	41,8(0,08) c	3	41,4 (0,55) b
33	41,6 (0,36) c	4	41,5(0,47) b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Scott Knott ( $P<0,05$ ).

Com relação à duração do estresse térmico, ocorreu diferença significativa ( $P<0,05$ , teste Scott-Knott) entre o primeiro dia em relação aos demais (2°, 3° e 4° dia), que são estatisticamente iguais ( $P>0,05$ , teste Scott-Knott). Evidencia-se, desta forma, a capacidade de aclimação das aves, conforme reportado em diversos trabalhos (ALVES et al., 2010; BAÊTA & SOUZA, 2010; SCHIASSI et al. 2015; SILVA & VIEIRA, 2010).

Ao se aplicar a metodologia de análise de agrupamento da  $t_{bs}$  em função da  $t_{clo}$ , observa-se que as classificações das  $t_{bs}$  associadas à escala de distância no dendograma (Figura 1), apresentaram resultados similares aos obtidos pela análise de variância e pelo teste de média de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

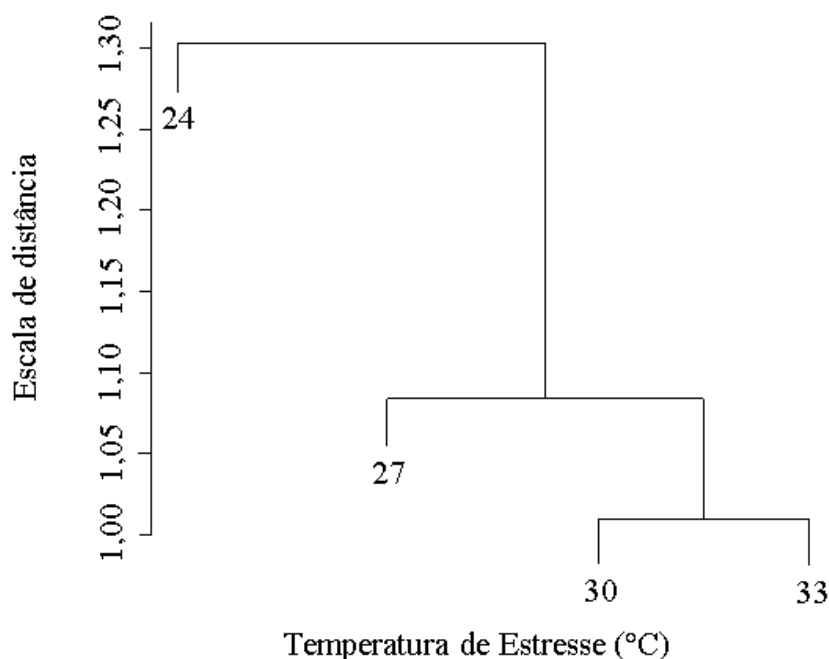


FIGURA 1. Análise em dendograma da temperatura de bulbo seco do ar ( $t_{bs}$ ) em função da temperatura cloacal ( $t_{clo}$ ) de frangos de cortes submetidos a diferentes intensidades de estresse na segunda semana de vida.

Segundo CASSUCE et al. (2013), a temperatura de 27 °C é confortável na segunda semana de vida para frangos de corte, porém o valor preconizado de conforto pela literatura para a segunda semana é de 30 °C (SCHIASSI et al., 2015; CONY & ZOCHE, 2004), e pode ser confirmado através das  $t_{clo}$  observadas neste estudo. Porém, deve-se ressaltar que esta análise representa apenas a variação de um parâmetro fisiológico, sem considerar as respostas zootécnicas.

Uma equação para estimativa da  $t_{clo}$  foi ajustada em função da  $t_{bs}$  (equação 2) na qual apresentou significância ( $P < 0,05$ , teste F) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,75. O coeficiente ajustado para a equação 2 foi significativo ( $P < 0,01$ , teste t), sendo que, os erros padrões das constantes  $b_0$  e  $b_1$  foram de 0,39 e 0,13, respectivamente.

$$t_{clo} = 37,53 + 0,13 \cdot t_{bs} \quad (2)$$

em que,

$t_{clo}$  – temperatura cloacal, °C, e

$t_{bs}$  – temperatura de bulbo seco do ar, °C.

De acordo com a equação 2, para cada grau de variação na  $t_{bs}$  ocorre a modificação de 0,13°C para a  $t_{clo}$ . Assim, quando submetidas ao estresse por baixas intensidades (24°C), ocorre a redução de 0,78°C, e quando o estresse ocorre com alta intensidade (33°C) o aumento é de 0,39°C para  $t_{clo}$ , se comparadas com as temperaturas de conforto (30°C).

## CONCLUSÕES

Com base nos valores da temperatura cloacal ( $t_{clo}$ ), verificou-se que a temperatura de conforto térmico para frangos de corte na segunda semana de vida é de 30 °C. A aclimação das aves ao estresse térmico ocorreu a partir do segundo dia de estresse. A maior variação da

$t_{clo}$  ocorreu quando as aves foram submetidas a baixas temperaturas de estresse. A equação de correlação desenvolvida pode ser utilizada para auxílio à tomada de decisão.

## AGRADECIMENTOS

Os autores expressam os seus agradecimentos a CAPES ao CNPq e FAPEMIG pelo suporte financeiro à esta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, p.1-14, 2011.
- ALVES, A.G.C.; PIRES, D.A.F.; RIBEIRO, M.N. Conhecimento local e produção animal: Uma perspectiva baseada na Etnozootecnia. *Archivos de Zootecnia*, Córdoba, v.59, n.1, p.45-56, mar. 2010
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. 269 p.
- BIAGIOTTI, D.; SARMENTO, J. L. R.; REGO NETO, A. A.; SANTOS, N. P. S.; FIGUEIREDO FILHO, L. A. S.; SANTOS, G. V.; SENA, L. S. Diferenciação de populações ovinas encontradas no estado do Piauí. *Archivos de Zootecnia*, v. 64, n. 245, p. 5-12, mar. 2015.
- BUENO, J.P.R.; NASCIMENTO, M.R.B.M.; CARVALHO, M.C.; SILVA, M.C.A.; SILVA, P.L.A.P.A. Características de termorregulação em frangos de corte, machos e fêmeas, criados em condições naturais de temperatura e umidade. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v.10, n.19, p.437-447, 2014.
- CASSUCE, D.C.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C.; ZOLNIER, S.; CECON, P.R.; VIEIRA, M.F.A Thermal comfort temperature update of broiler chickens up to 21 days of age. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.33, n.1, p.28-36, jan./fev. 2013.
- CASTILHO, V.A.R.; GARCIA, R.G.; LIMA, N.D.S.; NUNES, K.C.; CALDARA, F.R.; NÄÄS, I.A.; BARRETO, B.; JACOB, F.G. Bem-estar de galinhas poedeiras em diferentes densidades de alojamento. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, v.9, n.2, p.122-131, 2015.
- COBB. Broiler Management Guide. Arkansas: Cobb-Vantress USA, 65p. 2012.
- CONY, A.V.; ZOCHE, A.T. **Manejo de frangos de corte**. In: MENDES, A.; NÄÄS, I. de A.; MACARI, M. (Ed.). Produção de frangos de corte. Campinas: Facta, 2004. p.118-136.
- COSTA, J.H.S.; SARAIVA, E.P.; SANTOS, L.D. Efeito do ambiente sobre indicadores fisiológicos na produção de frangos de corte. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró, v.7, n.4, p.54-58, jan./dez. 2012.
- CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: The Iowa State University, 1983. 410 p.
- FERREIRA, L.; YANAGI JUNIOR, T.; LACERDA, W.S.; RABELO, G.F. A fuzzy system for cloacal temperature prediction of broiler chickens. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.42, n.1, p.166-171, jan. 2012.
- FERREIRA, D. F. Programa de análises estatísticas (*Statistical Analysis Software*) e planejamento de Experimentos-SISVAR 5.3. Universidade Federal de Lavras, 2010.
- MARCHINI, C.F.P.; SILVA, P.L.; NASCIMENTO, M.R.B.M.; TAVARES, M. Frequência respiratória e temperatura cloacal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. *Archives of Veterinary Science*, v.12, n.1, p.41-46, 2007.

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. D. C.; OLIVEIRA, R. D.; TINÔCO, I. D. F. F.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 13, n. 4, p. 277-286, 2005.

NÄÄS, I.A.; ROMANINI, C.E.B.; NEVES, D.P.; NASCIMENTO, G.R.; VERCELLINO, R.A. Broiler surface temperature distribution of 42 day old chickens. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.67, n.5, p.497-502, set./out. 2010.

NASCIMENTO, G. R.; NÄÄS, I. A.; BARACHO, M. S.; PEREIRA, D. F.; NEVES, D.P. Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.6, p.658-663, 2014.

NASCIMENTO, S. T.; DA SILVA, I. J. O.; MAIA, A. S. C.; DE CASTRO, A. C.; VIEIRA, F. M. C. Mean surface temperature prediction models for broiler chickens —a study of sensible heat flow. **International Journal of Biometeorology**, v. 58, n. 2, p. 195-201, jul. 2013.

OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELLE, J.L.; ABREU, M.L.T.; FERREIRA, R.A.; VAZ, R.G.M.V.; CELLA, P.S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.797-803, 2006.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2012.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.

SCHIASSI, L.; YANAGI JUNIOR, T.; REIS, G.M.; ABREU, L.H.P.; CAMPOS, A.T.; CASTRO, J.O. Modelagem Fuzzy aplicada na avaliação do desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.2, p.140-146, fev. 2015.

SCHIASSI, L.; YANAGI JUNIOR, T.; DAMASCENO, F.A.; SARAZ, J.A.O.; AMARAL, A.G. Thermal-Acoustic Comfort Index for Workers of Poultry Houses Using Fuzzy Modeling. **International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)**, v.4, n.9, p.60-64, set. 2014.

SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C. Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: o caso da avicultura de corte brasileira. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v.59, n.1, p.113-31, set. 2010.