



ESTRESSE POR CALOR SOBRE O DESEMPENHO E APROVEITAMENTO DE NUTRIENTES EM AVES E SUÍNOS

Henrique Barbosa de Freitas¹, Karina Márcia Ribeiro de Souza Nascimento², Charles Kiefer², Mauricio Silva Rosa³, Violeta André Macie³, Larissa Albuquerque Rosa Silva³, Natália Ramos Batista Chaves¹, Bruna de Sá Chaves Flores⁴

¹Doutorando em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: henrique_barbosa_7@yahoo.com.br

²Professor da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: karina.souza@ufms.br; charles.kiefer@ufms.br

³Mestrando em Ciência Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

⁴Graduando em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Resumo: Esta revisão bibliográfica tem por objetivo discorrer sobre a influência do estresse térmico por calor e termorregulação sobre o desempenho e aproveitamento de nutrientes e energia da dieta fornecida para aves e suínos. Grande parte da produção animal se encontra em regiões compostas por clima tropical, onde altas temperaturas, umidade relativa, elevada insolação e radiação solar, caracterizam esses locais, além da ocorrência de chuvas em períodos limitados do ano. No entanto, a combinação desses fatores gera elevado estresse térmico aos animais, afetando negativamente sua produtividade, com efeitos adversos sobre o bem-estar animal, diminuição da ingestão de alimentos, crescimento, produção de leite e carne, eficiência de utilização dos nutrientes e reprodução. Perante os diversos efeitos negativos do ambiente sobre os animais, como alternativa, a grande maioria dos animais utilizados para fins produtivos são homeotérmicos, onde são capazes de regular sua temperatura interna dentro dos limites desejáveis para cada categoria, mantendo o desempenho satisfatório quando submetidos a estresse por calor ou frio. Como os animais monogástricos apresentam alta taxa de crescimento em curto período de tempo, esses por sua vez são ainda mais susceptíveis a grandes variações de temperatura e umidade relativa do ar. Portanto, faz-se necessário a adoção de alternativas para melhorar o oferecimento de condições ambientais desejáveis para cada espécie, independente da fase de criação.

Palavras-chave: frango de corte, temperatura, termorregulação

EFFECTS OF HEAT STRESS ON PERFORMANCE AND NUTRIENT UTILIZATION BY BIRDS AND PIGS.

Abstract: The objective of this review is to discuss the influence of heat stress and thermoregulation on the performance and nutrient and energy utilization of the diet provided for broilers and pigs. Most of the animal production is found in regions composed of tropical climate, where high temperatures, relative humidity, high insolation and solar radiation characterize these locations, in addition to the occurrence of rainfall in limited periods of the year. However, the combination of these factors causes high thermal stress to the animals, adversely affecting their productivity, with adverse effects on animal welfare, decreased food intake, growth, milk and meat production, nutrient utilization efficiency and reproduction. Given the various negative effects of the environment on animals, as an alternative, the great majority of the animals used for productive purposes are homeothermic, where they are able to regulate their internal temperature within the desirable limits for each category, maintaining satisfactory performance when subjected to stress by heat or cold. As monogastric animals exhibit high growth rates in a short period of time, they are even more susceptible to large variations in temperature and relative humidity. Therefore, it is necessary to adopt alternatives to improve the offer of desirable environmental conditions for each species, regardless of the breeding phase.

Keywords: broilers, temperature, thermoregulation



INTRODUÇÃO

Grande parte do território brasileiro e alguns outros países produtores de proteína animal se encontram em locais compostos por clima tropical, onde altas temperaturas, umidade relativa, elevada insolação e radiação solar, caracterizam essas regiões, além da ocorrência de chuvas em períodos limitados do ano. Para tanto, a combinação desses fatores gera elevado estresse térmico aos animais, afetando negativamente sua produtividade, com efeitos adversos sobre o bem-estar animal, diminuição da ingestão de alimentos, crescimento, produção de leite, carne e ovos, além de diminuir a eficiência de utilização dos nutrientes e reprodução (Hahn, 1985; Hahn, 1999).

Diante dos diversos efeitos negativos do ambiente sobre o desempenho, como compensação, a grande maioria dos animais utilizados para fins produtivos são homeotérmicos, sendo capazes de manter sua temperatura interna dentro de limites desejáveis relativamente estreitos, mesmo que a temperatura ambiente e atividade física variem intensamente, por meio de processos de aumento ou diminuição do calor resultante do metabolismo dos nutrientes e de conservação ou dissipação do calor corporal para o meio externo (Macari et al., 1994; Baêta & Souza, 2010).

Porém, para melhor aproveitamento dos nutrientes e energia ingerida via alimentação é desejável que o animal esteja na maioria do tempo em conforto térmico, composto por um ambiente equilibrado, não havendo necessidade de ativação de recursos de termorregulação para se ajustar às condições impostas. Quando esses aspectos são levados em consideração e a termoneutralidade respeitada, o gasto de energia para manutenção do animal ocorre a nível mínimo e dessa forma, a energia metabolizada pode ser direcionada quase que totalmente para processos produtivos, não ocorrendo desvios desnecessários para manutenção da temperatura corporal (Takahashi et al., 2009).

Desta forma, esta revisão bibliográfica tem por objetivo discorrer sobre a influência do estresse térmico e termorregulação sobre o desempenho, aproveitamento de nutrientes e energia da dieta fornecida para aves e suínos.

DESENVOLVIMENTO

Homeotermia e regulação da temperatura corporal

A termorregulação consiste no processo de controle de temperatura corpórea do animal, ou seja, caracteriza a capacidade de manter constante sua temperatura interna, mesmo quando as condições ambientais variam de forma intensa. Tendo em vista essas características, podem ser considerados homeotérmicos animais que possuem essa capacidade de acordo com a variação do ambiente, pois em diversas situações mantém o equilíbrio entre o calor que o metabolismo produz (termogênese) e a perda (termólise) para o ambiente externo (Fraser & Broom, 1990).

Para o aproveitamento eficiente da energia e nutrientes disponibilizados via alimentação, os animais devem ser mantidos em condições climáticas favoráveis, o qual se localizada na Zona de Conforto Térmico (ZCT), proporcionando ao animal a estabilização constante da temperatura interna corporal média, com mínima utilização de mecanismos termorregulatórios (Figura 1) (Silva, 2000). Quando o intervalo de temperatura ideal de cada espécie é respeitado, o desenvolvimento normal do animal será satisfatório, tanto em elevado ganho de peso, produção de ovos e leite, quanto em aproveitamento de nutrientes e energia provenientes da dieta, não havendo desvios de energia para manutenção da temperatura interna que seria aproveitada para a produção.

A zona de termoneutralidade possui duas regiões extremas de temperatura, sendo a crítica inferior e superior. Abaixo da temperatura crítica inferior, o animal inicia o processo de estresse pelo frio e acima da superior, sofre pelo calor. No entanto, os limites de temperatura podem variar em função da adaptação do animal ao frio e calor, tempo de exposição, nível de produção e intensidade da atividade física (Tabela 1) (Ferreira, 2011).

Aves no período final de produção (34 a 42 dias de idade) quando expostas a temperaturas acima do limite crítico superior aumentam consideravelmente o consumo de água, ficando sua sobrevivência dependente do volume de água consumido nesse período, além da diminuição consecutiva do consumo de alimento com o objetivo de diminuir o incremento calórico gerado pela digestão dos nutrientes da dieta (Macari et al., 1994).

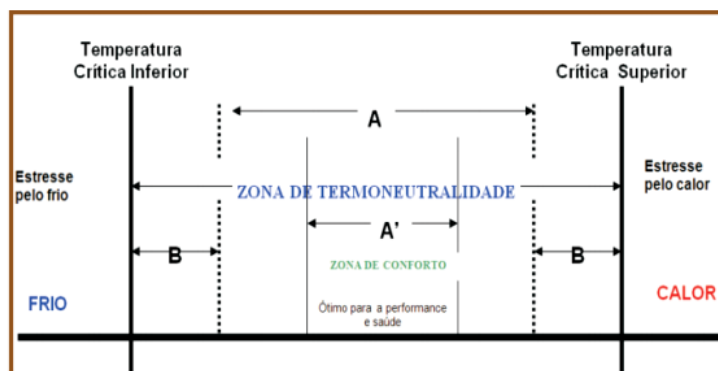


Figura 1 – Representação esquemática simplificada das temperaturas efetivas ambientais críticas.
Fonte: Bianca, 1968.

Tabela 1 – Valores de temperatura efetiva crítica inferior (TCI), zona de conforto térmico (ZCT) e temperatura crítica superior (TCS) para aves e suínos

Animal	TCI (°C)	ZCT (°C)	TCS (°C)
Suínos			
0-2 dias	20	32-35	38
7-14 dias	12	24-28	33
35-50 dias	8	18-24	30
Terminação	5	15-18	27
Aves			
1-2 dias	30	33-34	37
3-4 dias	28	30-31	35
5-8 dias	26	29-30	34
17-21 dias	21	24-26	30
22-41 dias	19	22-24	28
42-49 dias	18	21-23	28
Galinha de postura	15	18-28	30

Fonte: Adaptado de Ferreira, 2011.

Formas de dissipação de calor

Como ajuste da temperatura interna do corpo dos animais, os homeotérmicos realizam constantemente transferências de calor com o meio, sendo pelos processos sensíveis e latentes. A forma sensível consiste dos processos de condução, radiação e convecção e latente, pela evaporação através da pele e vias respiratórias, além da condensação, com objetivo de produzir ou perder calor, mantendo sua temperatura corporal ideal sempre constante (Baêta& Souza, 2010).

Quando em temperaturas amenas, as perdas de calor pela forma sensível ocorre com maior intensidade, representando cerca de 75 % da dissipação total, no entanto, à medida em que se eleva, a forma latente (via respiratória ou sudorese) assume maior participação na dissipação de calor para o ambiente externo (Ferreira, 2011).

Aves em estresse térmico tentam compensar sua reduzida capacidade para dissipar calor juntamente com a ausência de glândulas sudoríparas, aumentando seus processos fisiológicos responsáveis pela dissipação assim como reduzindo os dirigidos para produção de calor (Leeson& Summers, 1997). Para otimizar a eficiência da perda de calor a ave aumenta sua superfície de contato, agachando-se ou ficando em pé com as asas abertas e afastadas do corpo, além de aumentar o fluxo sanguíneo para tecidos periféricos (Bottje& Harrison, 1985).

O elevado estresse térmico por calor na ave leva ao aumento drástico em sua frequência respiratória, com objetivo de perder água para o ambiente e conseqüentemente calor pelas vias respiratórias, na forma de dissipação de calor latente (Tetter et al., 1985). Em frangos de corte a frequência respiratória em conforto térmico é de aproximadamente 25 movimentos por minuto, porém, quando submetidos ao estresse agudo, aves podem ter sua frequência aumentada para 250 por minuto,



aproximadamente (Linsley& Berger, 1964), podendo dar origem ao desenvolvimento de alcalose respiratória, pois, devido a hiperventilação ocorre redução do dióxido de carbono no sangue e consequentemente aumento no pH sanguíneo (Bottje& Harrison, 1985).

Como nas aves, os suínos apresentam altas taxas metabólicas devido ao seu rápido crescimento, no entanto, possuem dificuldade em se adaptar ao calor em função da elevada quantidade de tecido adiposo subcutâneo, sistema termorregulador pouco desenvolvido e limitada capacidade de perda de calor por sudorese, pois suas glândulas sudoríparas se encontram queratinizadas e afuncionais (Rodrigues et al., 2010). Além disso, os suínos perdem calor interno produzido para o meio externo principalmente pelas vias respiratórias através do mecanismo de evaporação, quando submetidos a temperaturas extremas, porém, são ineficientes na dissipação de calor por vasodilatação periférica (Andersson&Jonasson, 2006).

Além das diversas adaptações fisiológicas utilizadas com objetivo de manter a homeostase, em ambas as espécies ocorrem adaptações comportamentais quando os animais são submetidos à estresse térmico por calor, como por exemplo a diminuição da ingestão de alimento e aumento no consumo de água, com o objetivo de diminuir a produção de calor endógeno, reduzindo a temperatura corporal, porém com decréscimo na produtividade, pois, a energia ingerida via alimentação estará sendo encaminhada para os processos de manutenção da temperatura corporal e não à produção de carne, leite e ovos (Boiago et al., 2013).

Regulação hormonal no estresse térmico

Aves e suínos dispõem de um centro termorregulador localizado no hipotálamo, compreendido por uma região do sistema nervoso central, onde recebem estímulos de termorreceptores localizados na pele, tecidos profundos, medula espinhal, órgãos abdominais e grandes veias (Andersson&Jonasson, 2006).

Diversos hormônios estão envolvidos quando o animal se encontra em estresse térmico, entre eles o adrenocorticotrópico (ACTH), glicocorticóides (cortisol e corticosterona), catecolaminas e prolactina, onde a produção central do hormônio liberador de corticotropina (CRH) resulta em ativação de componentes periféricos do eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal, conduzindo ao aumento do ACTH e cortisol, bem como a ativação do sistema nervoso simpático com o aumento na liberação de glicose, na frequência cardíaca e pressão sanguínea (Mostl e Palme, 2002).

A glândula adrenal desempenha papel importante nessa reação hormonal em animais que não estejam em homeostase, sendo responsável pela produção de hormônios esteróides, importantes para a adaptação às condições adversas proporcionada pelo estresse, como cortisol, corticosterona, esteróides sexuais e aldosterona, além da noradrenalina e adrenalina (Andersson&Jonasson, 2006).

Os hormônios cortisol e corticosterona representam o principal produto da secreção hormonal na glândula adrenal, possuindo como regulador de sua secreção o ACTH (adeno-hipófise), este por sua vez estimulado pelo CRH (hipotálamo). Sendo assim, aumentos nas concentrações plasmáticas de ACTH ou cortisol são frequentemente utilizados em estudos para avaliar o nível de estresse que o animal sofre a partir de um estressor externo (Breuner e Orchinik, 2002).

O animal em situações de estresse aciona rapidamente respostas da glândula adrenal, resultando em aumento na produção de glicocorticóides e catecolaminas. Esse aumento na produção de hormônios representa o primeiro mecanismo de defesa do sistema endócrino para proteger o organismo contra as condições estressantes, visto que os glicocorticóides aumentam a aptidão para a mobilização de energia e possível mudança comportamental (Breuner e Orchinik, 2002; Mostl e Palme, 2002).

Adaptações fisiológicas, desempenho e eficiência alimentar de aves e suínos submetidos a estresse térmico

Kiefer et al. (2009) relataram diminuição de consumo de alimento, aumento na conversão alimentar e consumo de água, com diminuição na eficiência de utilização da energia e ganho de peso em suínos durante a fase de crescimento (30 a 60 kg) criados sob estresse térmico, mantidos durante todo o período experimental em câmara climática (Tabela 2).

Como conseqüência do estresse térmico, os suínos em crescimento criados em temperatura média de 31°C (estresse por calor) realizaram menos atividades relacionada à movimentação, como ficar em pé e fuçando, porém ficaram mais tempo deitados e dormindo. Além das alterações comportamentais houve aumento considerável da frequência respiratória e temperatura retal dos suínos criados sob estresse térmico (Tabela 3), podendo ser evidenciado a tentativa do animal em manter a temperatura corporal



sempre constante, a fim de proporcionar o máximo desempenho e aproveitamento dos nutrientes ingeridos.

Tabela 2 – Desempenho de suínos mantidos em diferentes ambientes térmicos

Variáveis	Ambiente Térmico		p<	CV%
	21°C	31°C		
Consumo de ração ¹	2,12	1,81	0,03	9,79
Consumo de Energia Digestível ²	7191	6162	0,03	9,78
Ganho de peso ¹	1,04	0,78	0,01	10,93
Conversão alimentar ³	2,04	2,32	0,01	4,75
Eficiência de Utilização da energia	0,14	0,13	0,01	3,52

¹(kg/dia), ²(kcal/dia), ³(kg/kg). Fonte: Kiefer et al. (2009).

Os animais mantidos em estresse térmico utilizaram a energia e nutrientes da dieta com o objetivo de manter a temperatura corporal interna e conseqüentemente a homeostase, porém foram menos eficientes quando comparado aos suínos em conforto térmico, pois a energia ingerida não proporcionou ganho de peso e conversão alimentar adequada para esse grupo.

Tabela 3 – Respostas fisiológicas: frequência respiratória (FR) e temperatura retal de suínos mantidos em diferentes ambientes térmicos

Variáveis	Ambiente Térmico		p<	CV%
	21°C	31°C		
FR (movimentos/min)	45,90	83,53	0,01	21,49
T. retal (°C)	39,31	39,72	0,01	0,54

Fonte: Kiefer et al. (2009).

Renaudeau et al. (2011) avaliaram o consumo e ganho de peso médio de suínos em crescimento e terminação, provenientes de diversos trabalhos em que os animais foram submetidos a temperaturas e umidades relativas caracterizadas como estresse térmico, dando origem a uma metanálise. Independente da fase analisada foi observado decréscimo considerável tanto no consumo de alimento, quanto no ganho de peso, comprovando a influência da temperatura e condições externas sobre a adaptabilidade e capacidade do animal em manter a homeostase corporal (Figura 2), influenciando negativamente na disponibilidade de energia ingerida para produção de músculo.

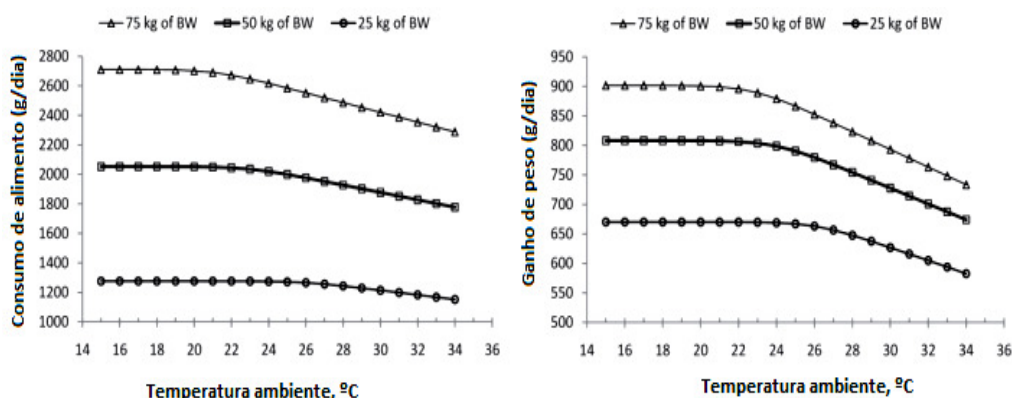


Figura 2 – Efeitos da temperatura ambiental e peso dos suínos sob o consumo médio de alimento e ganho de peso médio. Fonte: Renaudeau et al. (2011).

Trabalhando com frangos de corte machos da linhagem Ross em quatro temperaturas ambientais diferentes (20, 25, 30 e 35 °C), Donkoh (1989) observou decréscimo no ganho de peso e consumo de ração, porém em contrapartida aumento linear na conversão alimentar, consumo de água e temperatura retal com o aumento da temperatura ambiente (Tabela 4).



Tabela 4 – Desempenho e temperatura retal de frangos de corte dos 21 a 49 dias de idade quando expostos a diferentes temperaturas

Variáveis	Temperatura (°C)			
	20	25	30	35
Peso inicial (g)	640±8,60 ^a	642±7,88 ^a	642±7,49 ^a	641±8,20 ^a
Ganho de peso (g)	1569±8,88 ^a	1544±5,57 ^a	1230±7,55 ^b	1060±8,19 ^c
Consumo de ração (g)	3516±15,57 ^a	3492±7,81 ^a	3210±4,58 ^b	3063±12,49 ^c
Conversão alimentar	2,24±0,016 ^a	2,26±0,004 ^a	2,61±0,018 ^b	2,89±0,013 ^c
Consumo de água (ml)	3930±7,5 ^a	4010±12,7 ^a	4680±15,7 ^b	5004±9,6 ^c
Mortalidade	4/48 ^a	3/48 ^a	3/48 ^a	4/48 ^a
T. Retal (°C)	40,02±0,32 ^a	40,16±0,34 ^a	41,98±0,44 ^b	42,89±0,42 ^c

^{a,b,c}Médias com letras diferentes na linha são estatisticamente diferentes (p<0,0001). Fonte: Donkoh (1989)

Com o decréscimo do consumo de alimento observado em temperaturas elevadas, a ingestão de nutrientes como, por exemplo, aminoácidos essenciais também diminuem. A menor disponibilidade e mobilização desses nutrientes e da energia têm razão direta com a queda no desempenho, pois animais a desviam para processos de dissipação de calor interno e não para ganho de peso, levando a diminuição da eficiência alimentar.

Resultados semelhantes foram observados por Cheng et al. (1997), onde frangos de corte foram submetidos a temperaturas variando de 21 a 35 °C. O peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, consumo total de energia metabolizável e a taxa de eficiência energética foram deprimidos quando as aves foram mantidas em temperaturas elevadas (Tabela 5), mostrando o efeito negativo do estresse térmico na eficiência alimentar das aves.

Tabela 5 – Efeito da temperatura ambiental no desempenho de frangos de corte

Variáveis	Temperatura Ambiental (°C)						Valor p
	21,0	23,8	26,6	29,4	32,2	35,0	
Peso corporal (g)	2609 ^e	2564 ^e	2461 ^d	2152 ^c	1887 ^b	1223 ^a	<0,001
Ganho de peso (g)	1969 ^c	1862 ^d	1824 ^d	1461 ^c	1233 ^b	545 ^a	<0,001
Consumo de ração total (g)	4169 ^c	3870 ^d	3630 ^c	2954 ^b	2918 ^b	1592 ^a	<0,001
Conversão alimentar	2,11 ^c	2,08 ^{cd}	1,99 ^d	2,02 ^{cd}	2,37 ^b	2,92 ^a	<0,001
Consumo total de Energia Metabolizável (kcal)	13120 ^d	12170 ^c	11430 ^c	9298 ^b	9187 ^b	4993 ^a	<0,001
Taxa de Eficiência energética	5,02 ^c	15,49 ^{cd}	15,98 ^d	15,73 ^d	13,30 ^b	10,84 ^a	<0,001

^{a-e}Médias seguidas com letras diferentes na linha diferem significativamente ao nível de 5%. Fonte: Cheng et al. (1997).

Quinteiro-Filho et al. (2010) avaliaram o desempenho de frangos de corte submetidos a estresse térmico por calor, onde todos os parâmetros produtivos foram afetados severamente quando as aves foram expostas a temperaturas extremas de 31 e 36°C (Tabela 6), promovendo queda significativa no ganho de peso, consumo de alimento e conversão alimentar.

Em contrapartida, houve aumento na concentração plasmática de corticosterona dos frangos de corte (Figura 3). Esse o incremento dos níveis de corticosterona sanguíneo em aves no período final de criação mantidas em altas temperaturas, leva a alteração do turnover protéico, aumentando a taxa de quebra da proteína muscular com consequentemente elevação da produção de calor corporal e piora no desempenho.

Tabela 6 – Efeito do estresse por calor (31 e 36°C) dos 35 a 42 dias sobre os parâmetros de desempenho de frangos de corte

Variável	Grupo		
	Controle	31°C	36°C
Ganho de peso, g	591,12±66,54	442,46±44,80**	347,72±109,70***
Consumo de ração, g/ave	1438,00±87,49	1138,83±84,47***	1137,3±117,62***
Conversão alimentar	2,46±0,32	2,51±0,20	3,52±1,03*
Mortalidade	0	0	43,33**

*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001, comparado com os dados do grupo controle. Fonte: Quinteiro-Filho et al. (2010).

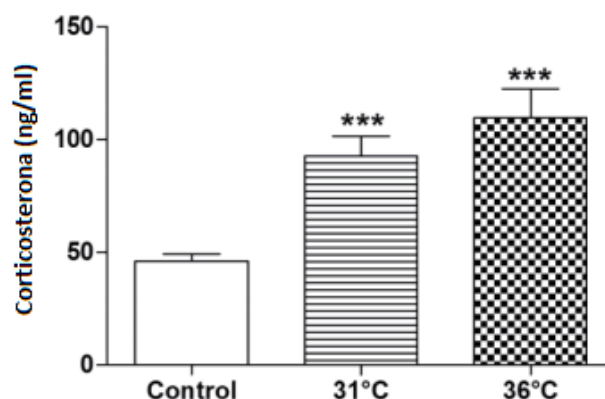


Figura 4 – Efeito do estresse por calor (31 ± 1 ou $36\pm 1^{\circ}\text{C}$) durante 10 horas por dia no período de 35 a 42 dias sob as concentrações séricas de corticosterona (ng/ml). *** $p < 0,0001$ em comparação ao grupo controle (segundo o teste de Kruskal-Wallis). Fonte: Quinteiro-Filho et al. (2010).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento de todos os fatores que envolvem o bem-estar animal devem ser levados em consideração, mas com atenção especial para o controle da homeostase, pois, o desempenho produtivo e eficiência de utilização dos nutrientes ingeridos dependem diretamente das condições ambientais fornecidas, no entanto, quando não atendida afeta o crescimento e desenvolvimento corpóreo dos animais.

Animais monogástricos apresentam metabolismo acelerado devido sua alta taxa de crescimento corporal em período muito curto de tempo, sendo esses ainda mais susceptíveis a grandes variações de temperatura e umidade relativa do ar. Portanto, faz-se necessário a adoção de alternativas para melhorar o oferecimento de condições ambientais desejáveis para cada espécie, independente da fase de criação, buscando sempre o melhor desempenho produtivo e econômico dos animais.

LITERATURA CITADA

- ANDERSSON, B.E.; JONASSON H. Regulação da Temperatura e Fisiologia Ambiental. DUKES. Fisiologia dos Animais Domésticos. 12ª Ed. Editora Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro-RJ. 2006, 946p.
- BAETA, F.C.; SOUZA, C.F. Ambiência em edificações rurais. 2 ed. – Viçosa, MG: Ed.UFV, 2010. 269p.
- BIANCA, W. Thermoregulation. Adaptation of domestic animals. Philadelphia: Lea &Febiger, 1968. 97-118p.
- BOIAGO, M.M.; BORBA, H.; SOUZA, P.A. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes fontes de selênio, zinco e manganês, criados sob condições de estresse térmico. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. v. 65, n. 1, p. 241-247, 2013.
- BOTTJE, W.G.; HARRISON, P.C. Effects of carbonated water on growth performance of cockerels subjected to constant and cyclic heat stress temperature. Poultry Science. v.64, p.1285-1292, 1985.
- BREUNER, C.W.; ORCHINIK, M. Plasma binding proteins as mediators of corticosteroid in vertebrates. The Journal of Endocrinology. v.175, p.99-112, 2002.
- CHENG, T.K.; HAMRE, M.L.; COON, C.N. Effect of environmental and energy levels on temperature, dietary protein, broiler performance. The Journal Applied Poultry Research. v.6, n.1, p.1-17, 1997.
- DONKOH, A. Ambient temperature: a factor affecting performance and physiological response of broiler chickens. International Journal of Biometeorology. v.33, n.4, p.259-265, 1989.
- FERREIRA, R.A. Maior produção com melhor ambiente: para aves, suínos e bovinos. 2ed – Viçosa, MG, 2011. 401p.
- FRASER, A.F.; BROOM, D.M. Farm animal behaviour and welfare. 3 ed. London: Baillière Tindall, 1990. 437p.
- HAHN, G.L. Management and housing of farm animals in hot environments. M. Yousef ed. Stress Physiology in Livestock, v.2, 1985. 151-174p. CRC Press, Boca Raton, FL.
- HAHN, G.L. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. Journal of Animal Science. v.77, supl. 2, p.10-20, 1999.



- KIEFER, C.; MEIGNEN, B.C.G.; SANCHES, J.F. et al. Resposta de suínos em crescimento mantidos em diferentes temperaturas. *Archivos de Zootecnia*. v.58, n.221, 2009.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. *Commercial Poultry Nutrition*. Guelph:University Books, 1997, 303p.
- LINSLEY, J.G.; BERGER, R.R. Respiratory and cardiovascular responses in the hyperthermic domestic cock. *Poultry Science*. v.43, p.291-305, 1964.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal. FUNEP/UNESP, 1994. 246p.
- MOSTL, E.; PALME, R. Hormones as indicators of stress. *Domest Animal Endocrinol*. v.23, p.67-74, 2002.
- QUINTEIRO-FILHO, W.M.; RIBEIRO, A.; PAULA, V.F. et al. Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens. *Poultry Science*. v.89, p.1905-1914, 2010.
- RENAUDEAU, D.; GOURDINE, J.L.; ST-PIERRE, N.R. A meta-analysis of the effects of high ambient temperature on growth performance of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*. v.89, n.7, p.2220-2230, 2011.
- RODRIGUES, N.E.B.; ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO, E.T. Adaptações fisiológicas de suínos sob estresse térmico. *Revista Eletrônica Nutríme*. v.7, p.1197-1211, 2010.
- SILVA, R.G. *Introdução à Bioclimatologia Animal*. 1 ed – São Paulo:Nobel, 2000. 286p.
- TAKAHASHI, L.S.; BILLER, J.D.; TAKAHASHI, K.M. *Bioclimatologia zootécnica*. 1ed – Jaboticabal, SP, 2009. 91p.
- TEETER, R.G.; SMITH, M.O.; OWENS, F.N, et al. Chronic heat stress and respiratory alkalosis: occurrence and treatment in broiler chicks. *Poultry Science*. v.64, p.1060-1064, 1985.