

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

**PEROXIDAÇÃO LIPÍDICA, DESEMPENHO E
CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE FRANGOS DE
CORTE ESTRESSADOS PELO CALOR E
SUPLEMENTADOS COM ZINCO E SELÊNIO**

Graciele Cristina Silva Borges

Nutricionista

UBERLÂNDIA - MINAS GERAIS - BRASIL

Janeiro de 2008

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**PEROXIDAÇÃO LIPÍDICA, DESEMPENHO E
CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE FRANGOS DE
CORTE ESTRESSADOS PELO CALOR E
SUPLEMENTADOS COM ZINCO E SELÊNIO**

Graciele Cristina Silva Borges

Orientadora: Prof^a Dr^a Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento

Co-orientador: Prof. Dr. Nilson Penha-Silva

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária - UFU, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias (Produção Animal).

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS – BRASIL

Janeiro de 2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B732p Borges, Graciele Cristina Silva, 1982-
 Peroxidação lipídica, desempenho e características de carcaça de

frangos de corte estressados pelo calor e suplementados com zinco e

selênio / Graciele Cristina Silva Borges. - 2008.

60 f. : il.

Orientadora: Maria Regina Bueno de Mattos Nascimento.

Co-orientador: Nilson Penha-Silva.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Pro-grama de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

Inclui bibliografia.

1. Frango de corte - Nutrição - Teses. 2. Tecnologia de alimentos - Teses. I. Nascimento, Maria Regina Bueno de Mattos. II. Penha-Silva, Nilson. III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.. IV. Título.

CDU: 636.5.033.085

“Cada um de nós compõe a sua história,
e cada ser em si carrega o dom de ser capaz e ser feliz”

Renato Teixeira

Dedicatória

“DEUS faz parte de nossas vidas como pilar para nossas inseguranças, temores, alegrias e compartilha conosco a magia da nossa existência.

Assim, dedico principalmente a ele este trabalho e agradeço imensamente por ter me escutado e atendido em diversas vezes, auxiliado em momentos difíceis e compartilhado comigo os sucessos e insucessos de minha JORNADA.

À minha mãe MARIA, pela educação, caráter e lição de vida dados com muito suor e trabalho.

À minha avó INHÁ por ter me ensinado a ter fé e esperança.

Ao ALEXANDRE, simplesmente por existir e tornar minha vida mais FELIZ!!!

Foram anos de saudades, privações, dedicação, trabalho, acertos e erros, mas principalmente de bons MOMENTOS “...

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias pelo entendimento nas solicitações realizadas.

À Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação (UFU), em especial ao Prof. Edson e Norma, pelos esclarecimentos e apoio nas horas mais difíceis.

À CAPES, pela bolsa de mestrado, a qual permitiu que eu vivesse com dignidade enquanto desenvolvia parte deste trabalho.

À Alltech Nutrição Animal, nas pessoas de Andréa Malaguido, Flávia Pietro e Carlos Ronchi, pelo patrocínio, doação dos minerais orgânicos, atenção e envolvimento.

Ao professor Dr. Nilson Penha-Silva, pela co-orientação, oportunidade e atenção com que me recebeu em seu laboratório, e também pelo apoio, paciência e ensinamentos.

À Professora Dr^a. Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento, pela orientação, ensinamentos, paciência e grande auxílio na condução do experimento e essenciais contribuições na redação desta dissertação.

Registro meus agradecimentos aos funcionários da FAMEV, pelos auxílios e atenção prestados, em especial ao Marcos, Beth, Léo, Helena, Adélia, Hugnei e Célia, na Fundap, Ronaldo e Zé Maria, por todo apoio e auxílio na compra e orçamento dos produtos necessários e ao Amado, do Hospital Veterinário, pela atenção, fornecimento de materiais e orçamentos realizados, sempre com muita eficiência.

Aos colegas do mestrado Sérgio Lemos (Genética e Bioquímica), Regis Kamimura, Adriana Garcia, Bia, Hirla, Soliene Partata, Daniel Assis e Cristiane, pelo apoio e contribuições, e aos alunos da graduação: Thiago, Diego Borges, Diego, Milena, Daniela, Thalita e Fabiane, por todo o auxílio na condução dos experimentos.

Ao diretor da FAMEV, na pessoa do professor Dr. Rogério Chaves Vieira, pela atenção, compreensão e entendimento das solicitações realizadas.

Ao professor Dr. Evandro de Abreu Fernandes, pela condução dos experimentos, informação técnica e contribuições prestadas.

À professora Dra. Anna Monteiro Correia Lima, por todos os brilhantes

conselhos, atenção, colaboração, carisma, ensinamentos e por aceitar compor a banca examinadora.

Não posso deixar de agradecer à amiga do coração e conselheira Gélia, pela hospedagem “vip”, por todo apoio, colaboração, amizade, cumplicidade e por ouvir e compartilhar angústias e sonhos!!!

Ao prof. Dr. Ubirajara Coutinho Filho, pelas orientações e contribuições.

Às professoras Ms. Regina Helena Cappeloza Morsoletto, Dra. Clotilde Maria Korndörfer e Dr. Rodolpho Satrapa, pelos incentivos, motivações e ensinamentos.

Ao Laboratório de Bioquímica e Biologia Molecular, na pessoa do Professor Dr. Foued Salmen Espíndola, pelo empréstimo dos equipamentos necessários, e ao Laboratório de Bioquímica, na pessoa do doutorando José Decivaldo (Vicentinho), pela paciência e auxílio na leitura do material coletado.

Ao prof. Marco Aurélio Ribeiro de Sá, por todo apoio, compreensão no estágio, e incentivo nas publicações.

Ao casal de amigos Adriana e Geraldo Sadoyama, pela análise estatística, paciência e atenção.

Ao Centro Universitário do Cerrado Patrocínio - UNICERP, nas pessoas de Wagner Bernardes (Diretor) e Iêda Magalhães (Reitora), pela confiança e compreensão.

Àos colegas do laboratório de Enzimologia, especialmente à Cleine Chagas da Cunha Arvelos, Letícia Ramos de Arvelos e Mariana Vaini de Freitas.

Ao Rivaldo e sua equipe da fazenda Experimental do Glória, agradeço a atenção, colaboração e dedicação prestados durante a condução dos experimentos.

À Dra. Alba Fireman, embora distante, pela valiosa contribuição em alguns momentos.

Ao professor Dr. Marcos Barcellos Café, da Universidade Federal de Goiás, pelas contribuições e por aceitar compor a banca examinadora.

De maneira muito especial, agradeço à minha amada mãe, pelo apoio, conselhos e princípios ensinados.

Ao meu irmão, pelo apoio e entendimento de minha distância e ausência nos momentos familiares.

Ao Sílvio, por todo incentivo e colaboração nos momentos difíceis

Ao meu sogro, Zito, pela compreensão de minhas ausências em casa.

À minha sogra, Dinah, que, embora distante, me iluminou nos momentos de

angústia e desespero.

Ao meu AMOR, Alexandre, agradeço por acreditar no nosso amor, enfrentar inúmeras dificuldades para continuarmos juntos, me apoiar, estar sempre ao meu lado, nos momentos mais difíceis, proporcionando os dias mais felizes de minha vida. Sou grata a todos os momentos felizes que passamos juntos, por todas as risadas dadas, cada abraço e lágrima que derramamos, por cada vez que segurou a minha mão e por ter me ensinado a voar mais alto do que eu poderia imaginar. Obrigada por toda a paciência, companheirismo e carinho... Você é muito especial!

O maior perigo que se coloca para o agradecimento seletivo não é decidir quem incluir, mas decidir quem não mencionar. Aos amigos e pessoas que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho, gostaria de expressar minha profunda gratidão.

SUMÁRIO

ABREVIATURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS	xii
Capítulo 01 – Considerações gerais.....	01
1.1 - Importância da avicultura.....	01
1.2 - Ambiência na produção de aves em clima tropical.....	01
1.3 - Fisiologia do estresse.....	04
1.4 - Estresse pelo calor e peroxidação lipídica.....	06
1.5 - Zinco e ação antioxidante.....	08
1.6 - Selênio e ação antioxidante.....	10
Referências	12
Capítulo 02 - Peroxidação lipídica e temperatura cloacal de frangos de corte sob estresse pelo calor e suplementação com zinco e selênio.....	35
2.1 - Resumo.....	35
2.2 - Introdução.....	36
2.3 - Material e métodos.....	37
2.4 - Resultados e discussão.....	41
2.5 - Conclusão.....	43
2.6 - Referências.....	44
Capítulo 03 - Desempenho e características de carcaça de frangos de corte sob estresse pelo calor e suplementados com zinco e selênio.....	47
3.1 - Resumo.....	47
3.2 - Introdução.....	48
3.3 - Material e métodos.....	49
3.4 - Resultados e discussão.....	51
3.5 - Conclusão.....	55
3.6 - Referências.....	55

ABREVIATURAS

Capítulo 01 – Considerações gerais

$^{\circ}\text{C}$ – graus centígrados

kD - KiloDalton

TCI – Temperatura crítica inferior

TCS – Temperatura crítica superior

CO_2 – Dióxido de carbono (gás carbônico)

H^+ - Próton (átomo de hidrogênio sem seu elétron)

H_2O – Água

HCO_3^- - Bicarbonato de sódio

ROM – Metabólitos reativos do oxigênio

$\text{HO}^{\bullet}$ - Radical hidroxila

$\text{O}_2^{\bullet}$ - Radical superóxido

CTE – Cadeia de transporte de elétrons

O^{2-} - Ânion óxido

H_2O_2 – Peróxido de hidrogênio

Fe^{3+} - Ferro no estado de oxidação +3

Cu^+ – íon cuproso

GPx^{ase} – Glutation peroxidase

SOD – Superóxido dismutase

Mn-SOD – Superóxido-dismutase dependente de manganês

Cu/Zn –SOD – Superóxido-dismutase dependente de zinco e cobre

EC-SOD – Superóxido-dismutase extracelular

MDA – Malondialdeído

TBA – Ácido tiobarbitúrico

TBARS – Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico

P – Fósforo

K - Potássio

Na - Sódio

Mg – Magnésio

Cu – Cobre

Zn – Zinco

Se – Selênio

ZnO - Óxido de zinco

ZnSO₄ – Sulfato de zinco

Capítulo 02 - Peroxidação lipídica e temperatura cloacal de frangos de corte sob estresse pelo calor e suplementação com zinco e selênio

°C – Graus centígrados

EC – Estresse pelo calor

C – Controle

TBA – Ácido tiobarbitúrico

TBARS – Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico

ppm – Partes por milhão

MDA – Malondialdeído

ROM – Metabólitos reativos do oxigênio

ppm – Partes por milhão

g – Grama

PB - Proteína bruta

EE - extrato etéreo

FB - Fibra bruta

MM - Matéria mineral

Ca - Cálcio

P – Fósforo

K - Potássio

Na - Sódio

Mg - Magnésio

Cu - Cobre

Zn - Zinco

Se - Selênio

Capítulo 03 – Desempenho e características de carcaça de frangos de corte sob estresse cíclico pelo calor e suplementados com zinco e selênio

°C – Graus centígrados

EC – Estresse pelo calor

C – Controle

ppm – Partes por milhão

g – Grama

kg - Kilograma

% - Percentagem

cm – Centímetros

µm – micrômetro

µL – microlitro

PCP – Carcaça com pé, cabeça e pescoço

LISTA DE TABELAS

Capítulo 02: Peroxidação lipídica e temperatura cloacal de frangos de corte sob estresse pelo calor e suplementação com zinco e selênio

Tabela 1 - Análise bromatológica da ração utilizada nos experimentos segundo as suplementações e fases de criação, junho de 2007, Uberlândia, MG.....40

Tabela 2.- Médias e desvios padrões das concentrações sanguíneas de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) em frangos de corte sob estresse pelo calor e suplementados com zinco e selênio, de junho a julho de 2007, em Uberlândia, MG, Brasil.....42

Tabela 3 - Médias e desvios padrões da temperatura cloacal em °C de frangos de corte sob estresse pelo calor (controle - C e estresse pelo calor – EC) de 14 a 42 dias de idade, suplementados com zinco e selênio, de junho a julho de 2007, em Uberlândia, MG, Brasil.....42

Capítulo 03: Desempenho e características de carcaça de frangos de corte sob estresse cíclico pelo calor e suplementados com zinco e selênio

Tabela 1 - Análise bromatológica da ração utilizada nos experimentos segundo as suplementações e fases de criação, de junho a julho de 2007, em Uberlândia, MG, Brasil.....51

Tabela 2 - Médias e desvios padrões do desempenho de frangos de corte de 01 a 42 dias sob estresse pelo calor e suplementados com zinco e selênio, de junho a de julho de 2007, em Uberlândia, MG, Brasil.....53

Tabela 3 – Médias e desvios padrões das características de carcaça de frangos de corte sob estresse pelo calor e suplementados com zinco e selênio, de junho a julho de 2007, em Uberlândia, MG, Brasil.....55

CAPÍTULO 01- CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 Importância da Avicultura de Corte

Nas últimas décadas a avicultura teve notável desenvolvimento, o que permitiu à indústria avícola a capacidade de fornecer aos consumidores uma fonte protéica saudável com baixo custo de produção. De acordo com Zilli (2003), a exploração zootécnica da atividade colabora positivamente na minimização dos graves problemas de alimentação da crescente população mundial.

Esse desenvolvimento se explica em parte pela consciência alimentar, privilegiando o consumo de carnes brancas, a diversidade de apresentações do produto e o crescente uso dessas carnes na preparação de embutidos, enlatados e produtos pré-processados (HELLMEISTER FILHO, 2002).

Outro fator importante para o crescimento da atividade foi o avanço tecnológico nos campos da genética, nutrição, sanidade e manejo, o que proporcionou redução do custo e o encurtamento do ciclo de produção de frangos de corte, bem como a eficiência produtiva (MACARI; FURLAN, 2002).

Apesar dessa evolução, há diversos desafios a serem enfrentados nos países de clima tropical (MACARI; FURLAN, 2001), em especial a atenção às boas práticas de alojamento e ambiente de criação das aves. Assim, a avicultura moderna passa a reavaliar fator ambiental em que as aves são criadas como o principal determinante nas possibilidades de se obter benefícios maiores com a aplicação de tecnologias alcançadas e que resultem em máximo desempenho produtivo.

1.2 Ambiência na Produção de Aves em Clima Tropical

Ambiente pode ser definido como a soma dos impactos dos circundantes biológicos e físicos (HARRISON, 1995a). Os fatores ambientais são afetados pelas variações das condições atmosféricas, as quais são basicamente tempo e clima. O primeiro representa um período de 24 horas e reflete o estado instantâneo da atmosfera (SILVA, 2000). Já o clima pode ser definido como sendo o conjunto de fenômenos meteorológicos que define a atmosfera de determinado lugar estabelecido por anos de observações meteorológicas (BAÊTA, 1998).

Para Tinôco (1996), o meio ambiente corresponde a todas as influências e

condições externas que afetam positivamente ou negativamente o desempenho dos animais. O estresse por calor é uma alteração na variável ambiental, ocorrendo também um desequilíbrio no controle dos processos metabólicos que regulam a homeotermia das aves. Silva (2000) definiu estresse pelo calor como a força exercida pelos componentes do ambiente sobre um organismo, causando nele uma reação fisiológica proporcional à sua intensidade aplicada e à capacidade do organismo em compensar os desvios causados pela mesma.

Borges, Maiorka e Silva (2003) denominaram a situação de desequilíbrio na homeostase como estresse por calor e associam sua ocorrência quando há um aumento do binômio temperatura e umidade do ar. Essa alteração da temperatura é um importante fator de perdas na produção; sua redução é necessária para alcançar maior produtividade e retorno econômico (ABREU; ABREU, 2000; NÄÄS et al., 2001; GERAERT; PADILHA; GUILLAUMIN, 1996).

Dentre os fatores do ambiente térmico que mais influenciam as aves estão a temperatura e umidade do ar, radiação solar e vento. Estes podem alterar o bem estar e a produtividade animal (OLIVEIRA NETO et al., 2000). Segundo Fabrício (1994), a intensidade do estresse por calor está diretamente ligada ao estado ambiental, além da idade, tamanho corporal e genética das aves. Uma forma correta para avaliação da carga térmica que incide no animal seria a avaliação da temperatura efetiva, a qual não se refere à condição térmica, mas sim a uma combinação de elementos climáticos em desequilíbrio que induzem o estresse pelo calor (MOURA, 2001).

Quando a temperatura ambiental atinge valores superiores a 25 °C, a umidade do ar assume importância (FABRÍCIO, 1994; DIONELO et al., 2002). Independentemente da idade, a ave não suporta ao mesmo tempo o aumento desses dois fatores, que, além de dificultarem as perdas de calor por evaporação, comprometem seu desempenho por ocasionar diminuição do conforto pelo aumento do calor (RUTZ, 1994).

As condições de equilíbrio térmico dificilmente são obtidas em clima brasileiro, pois o país encontra-se localizado na faixa mais quente do planeta. A avicultura industrial é uma atividade que depende muito do conforto térmico para manutenção de sua função vital mais importante, a homeotermia, e consequentemente expressar

seu potencial de desempenho (ROSSI, 1997).

Um ambiente é considerado confortável para a ave quando o calor resultante de seu metabolismo é perdido para o meio exterior sem prejuízos em seu rendimento. Macari e Furlan (2001) definiram a zona de conforto pelo calor como sendo aquela faixa de temperatura ambiente onde a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menor gasto energético.

Roman (1996) e Tinôco (1996) consideraram ainda que a zona de conforto térmico das aves diminui à medida que elas ficam mais velhas, pois quando jovens ainda não desenvolveram o sistema termorregulador e não possuem reserva energética. Assim, para pintos de 1 a 7 dias de vida a temperatura ideal está entre 33 e 35°C, com declínio para 21 a 23°C, entre 35 a 45 dias de idade, e umidade do ar entre 65 e 70% (MACARI; FURLAN, 2001).

A termorregulação das aves é determinada pela sua capacidade de produção de calor em temperaturas baixas e sua capacidade de dissipação de calor em ambientes quentes. Dessa forma, delimita-se a temperatura crítica inferior (TCI) e superior (TCS). Abaixo da TCI, a taxa metabólica vai aumentar para equiparar a produção de calor corporal com a perda adicional de calor para o ambiente, no intuito de manter o conforto térmico (HARRISON, 1995b). Acima da TCS, os frangos reagem aumentando a dissipação de calor especialmente pela evaporação. As aves perdem calor para o ambiente por condução, convecção, radiação e evaporação. Na condução, o calor é conduzido de molécula para molécula, e o animal perde ou ganha calor pelo contato direto com substâncias frias ou quentes, incluindo o ar, a água e materiais sólidos (HARRISON, 1995b).

A perda por convecção se caracteriza pela troca de calor por correntes aéreas de convecção. Esta é dependente da temperatura de superfície corporal, forma e tamanho do corpo, da temperatura e velocidade do ar em contato com o corpo. A ventilação favorece as perdas de calor convectivas entre a ave e o ambiente (HARRISON, 1995b).

Radiação é o processo no qual a superfície de todos os objetos emite calor na forma de ondas eletromagnéticas. Em aves, o ganho de calor por radiação, em condições de temperatura elevada, é significativo quando considera a insolação direta e indireta, a energia térmica radiante proveniente dos telhados e a

circunvizinhança das instalações (SILVA, 2001).

Evaporação é a troca de calor carregada para fora do corpo animal, pela mudança do estado da água de líquido para gasoso. Esse mecanismo é realizado pelo trato respiratório, onde as aves, para entrar na zona de conforto, dissipam o excesso da temperatura do corpo para o meio. Como o processo é dependente da pressão de vapor da água, à medida que aumenta a porcentagem de umidade diminui a perda de calor por evaporação. Em ambientes com temperatura e umidade elevadas, essa perda é prejudicada e a condição de estresse é mais acentuada para as aves (SILVA, 2001).

Coelho e Savino (2001) relataram que as condições climáticas de regiões tropicais, com temperatura e umidade do ar elevadas, interferem negativamente na produtividade de aves. Nããs et al. (2001) citaram que a elevada intensidade de radiação incidente nas regiões tropicais em conjunto com altas temperaturas e umidade do ar, são algumas das condições que geram o desconforto pelo calor das aves e levam conseqüentemente ao estresse por calor em lotes alojados em escala industrial de produção. Dessa forma, faz-se necessário conhecer a fisiologia do estresse e suas implicações no desempenho animal.

1.3 Fisiologia do estresse

As aves são animais homeotérmicos, ou seja, estão em troca térmica contínua com o ambiente. Fatores como temperatura do ar, umidade e velocidade do vento interferem no mecanismo de ajuste fisiológico da homeotermia e podem desencadear estresse nos animais (RUTZ, 1994). Frangos de corte quando submetidos ao desequilíbrio térmico têm dificuldade em manter a temperatura corporal. Isto acontece devido à ausência de glândulas sudoríparas e à presença de penas, que funcionam como uma camada isolante, o que dificulta a troca de calor com o meio externo (OLIVEIRA NETO et al., 2000).

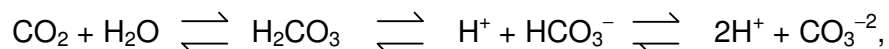
Quando os frangos de corte são submetidos ao estresse pelo calor, na tentativa de reduzir a produção de energia metabólica, eles apresentam um menor consumo de ração, o que acarreta em piora no ganho de peso e conversão alimentar (BAZIZ; GERAERT; GUILLAUMIN, 1996). Verifica-se também redução no peso de órgãos abdominais e cortes nobres, e nas concentrações plasmáticas de

triiidotironina e corticosterona, o que pode intensificar a deposição de gordura abdominal (BORGES; MAIORKA; SILVA, 2003).

Segundo Yalçin et al. (2001), o efeito do estresse pelo calor é maior em frangos de corte com alto potencial de crescimento do que aqueles com desenvolvimento mais lento. Isso se justifica porque o rápido crescimento exige uma maior produção de calor, e esses animais possuem grande dificuldade em dissipá-lo em altas temperaturas.

Ao serem submetidos a uma temperatura e umidade acima da termoneutralidade, as aves reagem utilizando mecanismos para dissipação do calor pelo aumento da área corporal, ficando agachadas ou em pé e abrindo as asas. Há um aumento de até 10 vezes o número de movimentos respiratórios, além de redução na produção de calor como forma de defesa, que acontece principalmente pela redução da ingestão de alimentos (FABRÍCIO, 1994).

Essa hiperventilação pulmonar nas aves diminui seus níveis sanguíneos de gás carbônico (CO₂) total, pois o equilíbrio de hidratação do CO₂ é deslocado para a esquerda:



o que diminui os níveis de prótons (H⁺) no sangue. Para neutralizar esse estado de alcalose de origem respiratória, as aves aumentam a excreção renal de bicarbonato de sódio (HCO₃⁻), no intuito de manter seu equilíbrio ácido-básico (BORGES; MAIORKA; SILVA, 2003).

Verifica-se também vasodilatação periférica em aves exposta a elevação da temperatura bem como aumento da área da superfície vascular, que resulta em aumento da perda de calor não-evaporativo; o animal responde a esse mecanismo abrindo e fechando as asas para intensificar a circulação periférica (HARRISON, 1995a).

Portanto, essas alterações em frangos de corte sob estresse de calor podem resultar em decréscimos nos índices zootécnicos, dependendo de sua intensidade e

duração, prostração e até morte.

1.4 Estresse pelo calor e peroxidação lipídica

Sahin et al. (2005) verificaram que o desconforto pelo calor provoca estresse oxidativo, o qual está presente quando a formação de metabólitos reativos do oxigênio (ROM) excede a capacidade da célula em defender-se deste dano. O aumento da temperatura eleva as concentrações séricas de produtos da peroxidação lipídica em aves, pois ocasiona um quadro de hipertermia, condição predisponente para a produção de ROM, que por sua vez seriam responsáveis pelo decréscimo nos índices zootécnicos dos animais (NICHII, 2003).

A formação dos ROM ocorre durante o metabolismo aeróbico. Eles podem induzir a peroxidação lipídica por causar danos aos lipídios, proteínas, carboidratos e DNA (TIANO et al. 2000; BONNEFONT-ROUSSELOT et al., 2000). Estas reações, potencialmente deletérias, são controladas por antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos que eliminam os pró-oxidantes e banem do organismo os radicais livres (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1989).

Os ROM mais importantes são os radicais hidroxila ($\text{HO}^\bullet$) e superóxido ($\text{O}_2^\bullet$) e o ânion peróxido (O_2^{-2}). Estes são normalmente formados na cadeia de transporte de elétrons (CTE). Quando o oxigênio (O_2) molecular recebe dois pares de elétrons na CTE, há a formação do radical óxido (O^{-2}), que reage com dois prótons formando água (H_2O) e é desprovido de toxicidade. Quando o O_2 recebe apenas um par de elétrons na CTE, surge o O_2^{-2} . E quando ele recebe apenas um elétron na CTE, forma-se o $\text{O}_2^\bullet$. Uma taxa de 3 a 6% do oxigênio respirado é normalmente convertido em superóxido ou peróxido (SMITH et al., 2004).

Assim, uma maior taxa metabólica ocasiona um aumento tanto de consumo de oxigênio quanto da quantidade produzida de ROM. Embora o peróxido, que reage com dois prótons formando o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) não seja um ROM, porque não tem um elétron desemparelhado, na presença de Fe^{3+} ou Cu^+ ele sofre dois tipos de reações químicas (reações de Fenton e de Haber-Weiss), ambas formando o $\text{HO}^\bullet$, que é considerado o radical livre mais lesivo de todos (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1989).

Os ROM podem ter suas ações deletérias de natureza oxidante combatidas por agentes antioxidantes, os quais são de natureza enzimática ou não. Os antioxidantes não-enzimáticos compreendem o ácido ascórbico, as vitaminas A e E, os bioflavonóides, o ácido úrico e a bilirrubina conjugada (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1989; FRAGA et al., 1991; AITKEN; CLARKSON, 1988), que exercem proteção por prevenção, interceptação ou reparo das reações de oxidação (SALEH; AGARWAL, 2002).

Dentre as enzimas antioxidantes, a catalase é das mais eficientes e catalisa a reação que transforma duas moléculas de H_2O_2 em H_2O e O_2 (NORDENBERG; ARNÉR, 2001; LLEDIÁS; RANGEL; HANSBERG, 1998).

A glutation-peroxidase (GPX^{ase}) é outra enzima antioxidante, presente no citossol e nas mitocôndrias das células em várias formas isoenzimáticas, algumas dependentes de selênio. Assim como a catalase, ela pode impedir a conversão do peróxido de hidrogênio em $\text{OH}^{\bullet}$ (VANNUCCHI et al., 1998).

Segundo Alvarez et al. (1987) a superóxido dismutase (SOD) foi a primeira enzima antioxidante a ser descoberta. Na reação catalisada pela SOD, duas moléculas de superóxido ($\text{O}_2^{\bullet}$) formam O_2 e H_2O_2 . Por produzir H_2O_2 , a capacidade antioxidante da SOD somente se completa com o consumo de H_2O_2 pela catalase ou pela GPX^{ase} . Há isoenzimas da SOD na mitocôndria (superóxido-dismutase dependente de manganês - Mn-SOD), no citossol (superóxido-dismutase dependente de cobre e zinco - Cu/Zn-SOD) e no meio extracelular (superóxido-dismutase extracelular - EC-SOD) (MATÉS, 2001).

Uma isoenzima antioxidante que possui o manganês em seu sítio ativo é a Mn-SOD que, na mitocôndria, combate o radical superóxido produzido pela CTE (MATÉS, 2001). A isoenzima citossólica Cu/Zn-SOD possui cobre e zinco em seu sítio ativo, sendo o cobre essencial para sua atividade enzimática catalítica e o zinco para dar estabilidade a sua estrutura protéica.

EC-SOD é uma glicoproteína encontrada em espaços intersticiais de tecidos e fluidos extracelulares, correspondendo à maior parte da atividade de SOD encontrada no plasma, linfa e líquidos sinoviais (MATÉS, 2001). A EC-SOD é também o maior antioxidante na parede intersticial dos vasos sanguíneos e a única enzima extracelular conhecida destinada a eliminar o radical superóxido. Esta

enzima também contém cobre e zinco em seu sítio ativo e controla a disponibilidade do ânion superóxido para a inativação do óxido nítrico, importante oxidante (LAKARI, 2002).

Um dos produtos da peroxidação lipídica pelos ROM é o malondialdeído (MDA). Seus níveis nos fluidos corporais podem ser usados como índice de peroxidação lipídica. A ocorrência da peroxidação leva a um acúmulo progressivo de hidroperóxidos lipídicos na membrana celular e estes se decompõem para formar o MDA (RUMLEY; PATERSON, 1998).

Dentre os diferentes métodos analíticos estabelecidos, a reação com o ácido tiobarbitúrico (TBA) é o mais utilizado. Nela, o MDA reage com o TBA, gerando um produto (TBAR) que pode ser mensurado por espectrofotometria de absorção ou de emissão (fluorescência) (JANERO, 1990).

1.5 Zinco e ação antioxidante

Os papéis de várias vitaminas, aminoácidos, ácidos graxos, enzimas e minerais têm sido reavaliados quanto à ação antioxidante (VANNUCCHI et al., 1998). A nutrição tem exercido um papel fundamental na minimização de problemas relacionados ao estresse devido ao calor. Sahin et al. (2005) verificaram que em codornas sob temperatura ambiente elevada há proteção contra o estresse oxidativo com zinco orgânico comparado com zinco de fonte inorgânica.

Segundo Sechinato (2003), para haver uma nutrição adequada é necessário que o animal receba as quantidades corretas de proteínas, carboidratos, lipídeos, vitaminas e minerais. Dessa forma, a manipulação de nutrientes torna possível a redução dos efeitos das altas temperaturas sobre o desempenho e composição corporal dos animais.

Os minerais são considerados de grande importância na alimentação das aves, pois participam de vários processos bioquímicos e corporais (SECHINATO, 2003). Aves submetidas à temperatura ambiente cíclica elevada (25 a 35°C) apresentam menor taxa de retenção de P, K⁺, Na⁺, Mg⁺², Cu⁺² e Zn⁺, em comparação com as aves criadas a 24°C (BELAY; TEETER, 1996).

Dentre os minerais mais importantes para os animais domésticos do ponto de vista nutricional destaca-se o Zn (FERREIRA et al., 2002). Fontes desse mineral

orgânico tais como zinco-metionina ou zinco-propionato são mais biodisponíveis do que fontes de Zn inorgânico, tais como óxido de zinco (ZnO) ou sulfato de zinco (ZnSO₄) (MORAES, 2001). Em aves, a adição de zinco-metionina à dieta comparada com ZnO melhora o ganho de peso e o nível do mineral na tíbia (MABE, 2001).

De acordo com Mafra e Cozzolino (2004), o Zn exerce uma série de funções no organismo. Dentre elas, é cofator de mais de 300 proteínas, participando em reações do metabolismo e na divisão celular, na proteção do sistema imune e na defesa antioxidante, protegendo estruturas biológicas como membranas, proteínas e ácidos nucléicos contra o estresse oxidativo.

Apesar de Powell (2000) ter citado que a ação antioxidante do Zn tenha ocorrido em estudos *in vivo*, e de que sua deficiência provoca lesões oxidativas por ROM em animais e humanos, segundo Sahin e Kucuk (2003), o papel exato deste como antioxidante não foi ainda elucidado.

Entretanto, Prasad et al. (1993) e Bales et al. (1994) sugeriram que o Zn induz a síntese de uma proteína de baixo peso molecular, rica em sulfidrilas cisteínicas, que ligam e armazenam Zn nos tecidos. Essa proteína, chamada metalotioneína, libera-o sob estresse oxidativo e disponibiliza grupamentos sulfidrilas reduzidos, os quais são potentes agentes antioxidantes naturais (PERSON; FÉRES, 2005). O mineral, liberado da metalotioneína, contribuiria para a ação antioxidante da EC-SOD, presente no citoplasma, plasma, linfa e líquido sinovial das células, e Cu/Zn-SOD, protegendo-as contra os ROM (KOURY; DONANGELO, 2003; O'DELL, 2000).

Segundo Fallavena (2000), a adição de complexos minerais, particularmente aqueles com Zn, são benéficos para as aves por reduzirem problemas de pele, em especial ao aparecimento de celulite. Esta é um dos principais motivos de condenação de carcaças em abatedouros (MENDES, 2001). O Zn pode atuar na proteção de membranas contra a lipoperoxidação por ROM, além de regular o sistema imunológico e melhorar a cicatrização, aumentar a resistência da pele e incrementar o empenamento. A deficiência deste também está ligada à ocorrência de anormalidades nas penas, hiperqueratose e discreta acantose principalmente nas patas e ao redor do bico.

Os requerimentos de zinco para os frangos de corte foram estudados por Huang et al (2007) , que sugerem que 84mg/kg para otimização de sua produção.

Barllet e Smith (2003) observaram que frangos de corte sob estresse pelo calor e diferentes níveis de zinco na dieta tiveram menor resposta imunológica comparados àqueles em ambiente termoneutro.

1.6 Selênio e ação antioxidante

O selênio se caracteriza por uma versátil capacidade de oxiredução, sendo tal característica fundamental para sua atuação no centro ativo da enzima GPx^{ase}, responsável pela eliminação de ROMs (ORTOLANI, 2002).

Sua disponibilidade está relacionada com a forma química: quanto mais reduzida, menor será sua disponibilidade para os animais. Pesquisas têm demonstrado que o selênio orgânico, selenoaminoácido natural encontrado em plantas, grãos e leveduras de cepa específica, apresenta uma ação antioxidante mais efetiva do que o selênio inorgânico (selenito), que atua como pró-oxidante (CANTOR et al., 1997).

Níveis reduzidos de selênio, um elemento traço essencial para os seres humanos e animais, nas células e tecidos tem como consequência concentrações menores da enzima antioxidante GPx^{ase}. Isto resulta em maior suscetibilidade das células e do organismo aos danos oxidativos induzidos pelos ROM (SCIESZKA et al., 1997).

A enzima GPx^{ase}, foi descoberta por Mills (1959) em tecidos de mamíferos (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1989). As células animais contém dois tipos de GPx^{ase}, sendo que um deles é selênio dependente, enquanto o outro não. O primeiro tipo é capaz de reduzir qualquer hidroperóxido orgânico, além do H₂O₂. Essa forma possui massa molar de 81.000 kD, é uma proteína tetramérica e possui um átomo de selênio em cada subunidade. O segundo tipo, que não depende, tem massa molar de 35.000 kD, é dimérico e está apto a reduzir qualquer hidroperóxido orgânico, menos o H₂O₂.

A GPx^{ase} encontra alta atividade no fígado, moderada no coração, pulmão e cérebro, e baixa nos músculos (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1989). Na maioria dos animais, a enzima dependente de selênio é responsável pela maior parte da atividade da GPx^{ase}, mas a proporção entre as duas formas varia muito entre diferentes espécies e entre diferentes tecidos de uma mesma espécie. Em ratos, a

distribuição da GPx^{ase} tem sido extensamente estudada e, em hepatócitos, a GPx^{ase} selênio dependente está localizada principalmente no citosol e na matriz mitocondrial (MANNERVIK, 1985). O pH ótimo para a GPx^{ase} é próximo de 8,0, mas a enzima continua ativa sob valores mais elevados de pH. Sua atividade é mínima em pH abaixo de 6,0 (MILLS, 1959).

A utilização de 8 ppm de selênio melhoraram a estabilidade oxidativa de carne de frangos refrigeradas por doze dias a 4°C em embalagens de polietileno (RYU et al., 2005). Fontes de selênio orgânico aumentaram as concentrações deste mineral no organismo de frangos de corte, porém não influenciaram seu desempenho (PAYNE, SOUTHERN, 2005).

Duarte, Ribeiro e Zauk (2004) não observaram alteração no desempenho de frangos de corte alimentados com selênio inorgânico, em comparação ao orgânico (seleniometionina). Entretanto, Moreira et al. (2001) verificaram que a forma orgânica influenciou positivamente o peso vivo e ganho de peso aos 21 e 42 dias de idade.

Dessa forma, este estudo teve como objetivo investigar os efeitos do estresse pelo calor sobre o desempenho, as características de carcaça, peroxidação lipídica e temperatura cloacal em frangos de corte suplementados com zinco e selênio.

REFERÊNCIAS

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N. A. **A arte de controle do estresse calórico em aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000, p.1-2. (Comunicado Técnico, 264).

AITKEN, R. J.; CLARKSON, J. S. Significance of reactive oxygen species and antioxidants in defining the efficacy of sperm preparations techniques. **Journal of Andrology**, Schaumburg, v.9, n.6 p.367-376, nov.-dec.,1988.

ALVAREZ, J. G.; TOUCHSTONE, J. C.; BLASCO, L.; STOREY, B. T. Spontaneous lipid peroxidation and production of hydrogen peroxide and superoxide in human spermatozoa: Superoxide dismutase as major enzyme protectant against oxygen toxicity. **Journal of Andrology**, Schaumburg, v. 8, n.5, p. 338-348, sept.-oct., 1987.

BAÊTA, F. C. Acondicionamento pelo calor natural de galpões avícolas. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 3., 1998, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG, 1998. p.29-34.

BALES, C. W.; DISILVESTRO, R. A.; CURRIE, K. L.; PLAISTED, C. S.; JOUNG, H.; GALANOS, A. N.; LIN, P. H. Marginal zinc deficiency in older adults: Responsiveness of zinc status indicators. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 13, p.455–462, 1994.

BARLEY, J.R.; SMITH, M.O. Effects of different levels of zinc on the performance

and immunocompetence of broilers under heat stress. **Poultry Science**, Champaign, v.82, n.10, p. 1580-1588, oct, 2003.

BAZIZ, H. A.; GERAERT, P. A.; GUILLAUMIN, S. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat participation in broiler carcasses. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n.4, p.505-513, apr., 1996.

BELAY, T.; TEETER, R. G. Effects of environmental temperature on broiler mineral balance partitioned into urinary and fecal loss. **British Poultry Science**, London, v.37 n.2, p. 423-433, may, 1996.

BONNEFONT-ROUSSELOT, D.; BASTARD, J. P.; JAUDON, M. C.; DELATTRE, J. Consequences of the Diabetic Status on the Oxidant/Antioxidant Balance. **Diabetes & Metabolism**, Paris, v. 26, n. 3, p.163 - 176, apr., 2000.

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

CANTOR, A.H.; PESCATORE, A.J.; STRAW, M.L.; FORD, M.J.; DUNLAP, M.K. Tissue selenium concentrations of broilers fed diets supplemented with selenized yeast and sodium selenite. **Poultry Science Association**, Athens, v.76, n.1, p.58, Aug. 1997.

COELHO, A . A . D.; SAVINO, V. J. M. Genes maiores e adaptação a clima tropical. In: SILVA, I. J. O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, 2001.v.1, p.165-200.

DIONELLO, N. J. L.; MACARI, M.; FERRO, J. A.; RUTZ, F.; FERRO, M. I. T.; FURLAN, L. R. Respostas fisiológicas associadas à termotolerância em pintos de corte de duas linhagens por exposição a altas temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p.79-85, jan-fev., 2002.

DUARTE, A. D.; RIBEIRO, C. L. G.; ZAUKE, N. H. F. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo selênio orgânico. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12., 2004, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2004, CD-ROM.

FABRÍCIO, J. R. Influência do estresse por calor no rendimento da criação de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Campinas. **Anais...** Campinas: Facta, 1994. p.129-136.

FALLAVENA, L. C. B. Enfermidades da pele e das penas. In: MACARI, M.; BERCHIERI, A. J. **Doença das aves**. Campinas: FACTA, 2000. p.38-45.

FERREIRA, W. M.; CAVALCANTE, S. G.; NARANJO, A. P.; SANTIAGO, G. S. Biodisponibilidade de diferentes fontes de zinco para coelhos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 54, n.6, p.636-642, dez.,

2002.

FRAGA, G. G.; MOTCHNIK, P. A.; SHIGENAGA, M. K. ; HELBROCK, J. H.; JACOB, R. A. AMES, B. Ascorbic acid protects against endogenous oxidative DNA damage in human sperm. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States**, Washington, v. 88, n.24 p.11003-11006, dec.,1991.

GERAERT, P. A.; PADILHA, J. C. F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure chickens: growth performance, body composition and energy retention. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 75, n.2, p.195-204, feb., 1996.

HALLIWELL, B. E.; GUTTERIDGE, J. M. C. Lipid peroxidation: A radical chain reactionin. In: HALLIWELL, B. E. **Free Radicals in Biology and Medicine**. 2nd ed, New York: Oxford University Press, 1989.p.188-218.

HARRISON, P. C. O meio ambiente: conceito e influência sobre as aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1.,1995, Campinas. **Anais...** Campinas: Facta, 1995a. p.13-18.

_____. O estresse calórico nas aves: Fisiologia e conseqüências. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1.,1995, Campinas. **Anais...** Campinas: Facta, 1995b. p.25-32.

HELLMEISTER FILHO, P. **Efeito de fatores genéticos e do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos tipo caipira.** 2002.

77f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

HUANG, Y.L.; LU, L.; LUO, X.G.; LIU, B. Na optimal dietary zinc level of broiler chicks fed a corn-soybean meal diet. **Poultry Science**, Champaign, v.86, n.12, p. 2582-2589, dec., 2007.

JANERO, D. J. Malondialdehyde and thiobarbituric acid-reactivity indices of lipid peroxidation and peroxidative injury. **Free radical and biology Medicine**, Indianapolis, v. 9, n.6, p. 515-540, jun., 1990.

KOURY, C. J.; DONANGELO, M. C. Zinco, estresse oxidativo e atividade física. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.16, n. 4, p.433-441, out.-dez., 2003.

LAKARI, E. **Expression of oxidant and antioxidant enzymes in human lung and interstitial lung diseases.** 2002, 86f. Dissertação (Mestrado em Medicine) - Faculty of Medicine, University of Oulu, Finlândia, 2002.

LLEDIÁS, F.; RANGEL, P.; HANSBERG, W. Oxidation of catalase by singlet oxygen. **The Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 273, n.17, p. 10630-10637, apr., 1998.

MABE, I. **Efeito da suplementação dietética com quelatos de zinco e de manganês na produção de ovos e morfologia intestinal de galinhas poedeiras.**

2001. 94f. Tese (Doutorado em Ciência dos alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MACARI, M.; FURLAN, R. L. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZÁLES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte.** 2 ed. Jaboticabal: Funep /Unesp, 2002. p. 209-230.

_____. Ambiência na produção de aves em clima tropical. In: SILVA, I. J. O. (Ed.) **Ambiência na produção de aves em clima tropical.** Piracicaba: FUNEP, v. 1, 2001. 200 p.

MAFRA, D.; COZZOLINO, F. M. S. Importância do zinco na nutrição humana. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 1, p.79-87, jan.-mar., 2004.

MANNERVIK, B. Glutathione peroxidase. **Methods Enzymology**, Amsterdam, v.113, p.490-495. 1985.

MATÉS, J. M. Effects of antioxidant enzymes in molecular control of reactive oxygen species toxicology. **Toxicology**, Limerick, v.163, n.2, p. 219-219, jun., 2001.

MENDES, A. A. Rendimento e Qualidade da Carcaça de Frangos de Corte. In:

CONFERÊNCIA APINCO 2001 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS,
Campinas, **Anais...**Campinas : FACTA, 2001, p.79-99.

MILLS, G. C. The purification and properties of glutathione peroxidase of erythrocytes. **Journal of Biology Chemistry**, London, v.234, p.502-506, 1959.

MORAES, S. S. **Novos microelementos minerais e minerais quelatados na nutrição de bovinos**. Campo Grande: documentos Embrapa Gado de Corte, 2001. 22p (documento, 119).

MOREIRA, J. SANTOS, C. D., ABREU, C. M. P.; BERTECHINI, A. G.; OLIVEIRA, D. F.; CARDOSO, M.G. Efeito de fonte e níveis de selênio na atividade enzimática da glutathione peroxidase e no desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.3, p.645-649, mai/jun., 2001.

MOURA, D. J. Ambiência na avicultura de corte. In: SILVA, I. J. O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, 2001. v. 1, p. 75-149.

NÃÃS, I. A.; MIRAGLIOTA, M. Y.; ARADAS, M. E. C.; SILVA, I. J. O.; BARACHO, M. S. Controle e sistematização em ambientes de produção. In: SILVA, I. J. O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, 2001. v.1, p. 165-200.

NICHI, M. **Sistemas de proteção enzimática e níveis de peroxidação espontânea dos lipídios seminais de touros zebuínos e taurinos criados a campo na região de Dourados, MS.** 2003. 101f. Dissertação (Mestrado em Reprodução Animal) – Faculdade de Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

NORDENBERG, J.; ARNÉR, E. S. J. Reactive oxygen species, antioxidants, and the mammalian thioredoxin system. **Free Radical Biology and Medicine**, New York, v. 31, n. 11, p. 1287-1312, dec., 2001.

O'DELL, L. B. Role of zinc in plasma membrane function. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.130, n.5, p.1432-1436, may, 2000.

OLIVEIRA NETO, R. A.; OLIVEIRA, M. F. R.; DONZELE, L. J.; ROSTAGNO, S. H.; FERREIRA, A. R.; MAXIMIANO, C. H.; 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.1, p.183-190, jan.-fev., 2000.

ORTOLANI, E. L. Macro e microelementos. In: SPINOSA, H.S.; GÓRNIK, S.L.; BERNARDI, M. M. **Farmacologia aplicada à Medicina Veterinária**, 2002. p.641-651.

PAYNE, R.L.; SOUTHERN, L.L. Comparison of Inorganic and Organic Selenium Sources for Broilers. **Poultry Science**, Champaign, v.84, n. 12, p. 898-902, dec,

2005.

PERSON, O. C.; FÉRES, M. C. L. C. A fisiologia do zinco no sistema auditivo e suas implicações no zumbido. **Revista de Medicina**, Ribeirão Preto, v.38, n. 1, p.74-81, jan-mar., 2005.

POWELL, S. R. The antioxidant properties of zinc. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.130, n.5, p.1447-1454, may, 2000.

PRASAD, A. S.; FITZGERALD, J. T.; HESS, J. W.; KAPLAN, F.; PELEN, J.; DARDENNE, M. Zinc deficiency in elderly patients. **Nutrition**, New York, v.9 n. 3, p.218–224, May.-Jun.,1993.

RYU, Y.C.; RHEE, M.S.; LEE, K.M.; KIM, B.C. Effects of different leves dietary supplemental selenium on performance, lipid oxidation, and color stability of broilers chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, n. 5, p. 809-815, may, 2005.

ROMAN, H. Conforto ambiental para as aves: ponto de vista do produtor (poedeiras comerciais). SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 2., 1996, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 1996. p. 63-66.

ROSSI, P. R. Ambiência: atenção ao bem estar das poedeiras. **Revista Aves & Ovos**, São Paulo, v.13, n.8, jun., 1997.

RUMLEY, A. G.; PATERSON, J. R. Analytical aspects of antioxidants and free radical activity in clinical biochemistry. **Annals of Clinical Biochemistry**, London, v. 35, n. 2 p. 181-200, mar., 1998.

RUTZ, F. Aspectos fisiológicos que regulam o conforto pelo calor das aves. In.: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994. **Anais...** Campinas: FACTA, 1994. p. 99 – 110.

SAHIN, K.; KUCUK, O. Zinc supplementation alleviates heat stress in laying Japanese quail. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.133, n.9, p. 2808-2811, sep., 2003.

SAHIN, K.; SMITH, M. O.; ONDERCI, M.; SAHIN N.; GURSU, M. KUCUK, F O. Supplementation of Zinc from Organic or Inorganic Source Improves Performance and Antioxidant Status of Heat-Distressed Quail. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, n.6, p. 882-887, Jul., 2005.

SALEH, R. A.; AGARWAL, A. Oxidative stress and male infertility: from research bench to clinical practice. **Journal of Andrology**, Lawrence, v. 23, n. 6, p. 737-752, nov.-dec., 2002.

SCIESZKA, M., DANCH, A., MACHALSKI, M., DROZDZ, M. Plasma selenium concentration in patients with stomach and colon cancer in the Upper Silesia. **Neoplasma**, Bratislava, v.44, n.6, p.395-397, Jun., 1997.

SECHINATO, A. S. **Efeito da suplementação dietética com micro minerais orgânicos na produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras**. 2003. 59f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Pirassununga, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

SILVA, R. G. Termorregulação. In: _____. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. p. 119-158.

_____. Trocas térmicas em aves. In: SILVA, I. J. O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, 2001. v.1, p.88-124.

SMITH, C. M.; MARKS, A. D.; LIEBERMAN, M. A.; MARKS, D. B. **Basic Medical Biochemistry: a clinical approach**. 2nd edition, Lippincott Williams & Wilkins, 2004. 977p.

TIANO, L.; BALLARINI, P.; SANTONI, G.; WOZNIAK, M.; FALCIONI, G. Effect of three diaryl tellurides, and an organoselenium compound in trout erythrocytes exposed to oxidative stress in vitro. **Mutation Research-Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, Amsterdam, v. 464,n.2 , p. 269-277, mar.-apr., 2000.

TINÔCO, I. F. F. Conforto ambiental para aves: ponto de vista do engenheiro. SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 2. 1996, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 1996, p. 47-62.

VANNUCCHI, H.; MOREIRA E. A. M.; CUNHA, D. F.; JUNQUEIRA-FRANCO, M. V. M. J.; BERNARDES, M. M.; JORDÃO, A.; JÚNIOR, A.A. Papel dos nutrientes na peroxidação lipídica e no sistema de defesa antioxidante. **Medicina**, Ribeirão Preto, v.31, n.1, p. 31-44, jan.-mar., 1998.

YALÇIN, S.; ÖZKAN, S.; TÜRKMUT, L.; SIEGEL, P. B. Responses to heat stress in commercial and local broiler stocks. **British Poultry Science**, London, v. 42, n. 2, p. 142-152, may, 2001.

ZILLI, J. B. **Os fatores determinantes para a eficiência econômica dos produtores de frangos de corte: uma análise estocástica**. 2003. 139 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CAPÍTULO 02

PEROXIDAÇÃO LIPÍDICA E TEMPERATURA CLOACAL DE FRANGOS DE CORTE SOB ESTRESSE CÍCLICO PELO CALOR E SUPLEMENTAÇÃO COM ZINCO E SELÊNIO

RESUMO. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do estresse térmico cíclico e da suplementação de zinco e selênio na dieta de frangos de corte machos sobre a temperatura cloacal (TC) e os níveis sanguíneos de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS). Pintos de corte com 1 dia de idade (N = 2.400) foram alojados em 80 boxes (30 aves por box) e criados à temperatura ambiente natural até o 14º dia de vida, quando metade deles passou a ser submetida a estresse cíclico por calor (das 7 às 19 h). As TBARS foi analisada aos 21 e 42 dias de idade e TC foi aferida semanalmente, em 2 aves por box, segundo um delineamento casualizado em fatorial 2x5 [2 ambientes e 5 níveis de suplementação: S1) ração controle (premix mineral comercial); S2) 40 ppm de Zn inorgânico; S3) 40 ppm de Zn orgânico; S4) 40 ppm de Zn inorgânico e 0,2 ppm de Se orgânico; e S5) 40 ppm de Zn orgânico e 0,2 ppm de Se orgânico]. Os dados foram submetidos a análise de variância e comparados pelo teste Tukey (5%). Não houve efeito do ambiente, da suplementação nutricional e da idade da ave nem da interação desses fatores sobre os níveis de TBARS. No 35º e 42º dia de idade as aves sob estresse cíclico pelo calor apresentaram elevação de seus valores de TC. Assim, os frangos de corte sob estresse cíclico por calor e suplementados com zinco e selênio não sofreram redução dos níveis de peroxidação lipídica, mas apresentaram aumento na TC.

Palavras-chave: frango, minerais, estabilidade oxidativa, ambiente, temperatura corporal.

ABSTRACT. Lipid peroxidation and cloacal temperature in broiler chickens submitted to heat stress under zinc and selenium supplementation. The objective of this study was to evaluate the effects of the cyclic thermal stress and supplementation of zinc and selenium on the diet of male broiler chickens on the cloacal temperature (CT) and the blood levels of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS). 1 day old chicks (N = 2.400) were allocated in 80 boxes (30 chicks per box) and raised at the natural environmental temperature until the 14th day, when half of them was submitted to cyclic heat stress (from 7 am to 7 pm). CT was weekly checked in 2 broilers per box, according to a randomized design with a 2x5 factorial

[2 environments: control (C) and heat stress (EC), and 5 levels of supplementation: S1) control ration (premix commercial mineral); S2) 40 ppm of inorganic Zn; S3) 40 ppm of organic Zn; S4) 40 ppm of inorganic Zn e 0.2 ppm of organic Se; and S5) 40 ppm of organic Zn and 0.2 ppm of organic Se]. For the variable TBARS determination (1 broiler per box) in 2 periods of blood collect (21 e 42 days). Data were submitted to variance analysis and the means were compared by Tukey test (5%). The blood concentrations of TBARS were not affected by changes in the ambient temperature, diet supplementation and broiler age or by the interaction among these factors. At the 35th and 42nd day, broilers submitted to the cyclic heat stress presented elevation in the cloacal temperature. Thus, the broiler chickens submitted to cyclic heat stress and supplemented with zinc and selenium had no reduction in the lipid peroxidation, but they presented increase in the cloacal temperature.

KEY WORDS: broiler, minerals, oxidative stability, environmental, body temperature.

INTRODUÇÃO

A susceptibilidade das aves a elevadas condições térmicas aumenta à medida que o binômio umidade e temperatura ambiente ultrapassam a zona de conforto, o que incrementa conseqüentemente a temperatura corporal da ave, com efeito negativo sobre o desempenho (Borges *et al.* 2003). Frangos de corte sob calor excessivo apresentam alteração da respiração e da temperatura cloacal. (Dionello *et al.* 2002).

Outra resposta de frangos de corte sob estresse pelo calor é o aumento na concentração sanguínea de malondialdeído (MDA), conforme verificado por Sahin *et al.* (2005) em codornas criadas sob temperatura ambiente cíclica elevada. O MDA é um subproduto da peroxidação lipídica, a qual se inicia quando há uma produção no organismo de metabólitos reativos do oxigênio (ROM), também conhecidos como radicais livres, embora nem todos os ROM sejam efetivamente radicais livres. Essas reações são deletérias ao organismo animal e são desencadeadas em condições de estresse oxidativo, entretanto podem ser controladas por sistemas antioxidantes.

Aves submetidas à temperatura ambiente cíclica elevada (25 a 35 °C) apresentam menores taxas de retenção de fósforo (Pi), potássio (K⁺), sódio (Na⁺), manganês (Mg⁺²), cobre (Cu⁺²) e zinco (Zn⁺), comparadas com aquelas criadas a 24°C (BELAY, TEETER, 1996). Assim, a suplementação deste último mineral tem sido usada com o objetivo de amenizar os efeitos do estresse pelo calor. Sabe-se que a deficiência de zinco provoca lesões oxidativas relacionadas à ação dos ROM em animais e humanos, pois o zinco é um componente

67 estrutural e catalítico da enzima antioxidante superóxido dismutase (SOD). Esta enzima
68 catalisa a conversão de dois radicais superóxido em peróxido de hidrogênio e oxigênio
69 molecular.

70 Além do zinco, o selênio (Se^{+2}) é outro micronutriente essencial para o organismo. A
71 Se-glutation peroxidase (GPx^{ase}), cuja biossíntese é induzida por selênio, é a enzima mais
72 conhecida no que se refere à estrutura e função (DANIELS, 1996). Ela funciona como um
73 antioxidante primário e é um importante componente na proteção contra os ROMs, pois
74 catalisa a redução de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e hidroperóxidos lipídicos (GANTHER,
75 1979), impedindo que o H_2O_2 forme o radical hidroxila ($\text{HO}^\bullet$), que é um ROM altamente
76 lesivo para as estruturas biológicas. A defesa antioxidante contra o H_2O_2 somente será
77 completa sob a ação da catalase e/ou da Se- GPx^{ase} (BIANCHI; ANTUNES, 1999).

78 A utilização de zinco e selênio pode minimizar os efeitos do estresse metabólico
79 causado pelo excesso de calor, o que melhora o bem estar e o crescimento dos frangos de
80 corte. Este trabalho teve por objetivo avaliar a peroxidação lipídica e a temperatura cloacal de
81 frangos de corte submetidos a estresse pelo calor e suplementados com zinco e selênio nas
82 formas orgânica e inorgânica.

83

84 MATERIAL E MÉTODOS

85 Os experimentos foram conduzidos na Granja de Experimentação de Aves, da Fazenda
86 do Glória, FUNDAP, da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de
87 Uberlândia, em Uberlândia, MG. Foram utilizados 2.400 pintos de corte machos, da linhagem
88 “Avian 48” com um dia de idade, alojados em galpão composto de 80 boxes, cada um 30 aves
89 numa densidade de 12,5 aves por m^2 , de junho a julho de 2007. O delineamento foi
90 inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5 (sendo dois ambientes e cinco níveis de
91 suplementação com zinco orgânico e inorgânico e selênio orgânico) com oito repetições,
92 sendo cada box equivalente a uma unidade experimental. O galpão foi construído em
93 alvenaria e estrutura metálica, com cobertura em telha de fibro-cimento, piso concretado,
94 paredes teladas, cumeeira com orientação leste-oeste, pé direito de 2,60m, sem lanternim.
95 Suas partes laterais se constituem de uma tela de arame, que se estende até o início do
96 telhado, protegida por uma cortina de plástico trançado azul e um sistema com catracas para
97 sua movimentação. O ambiente do interior do galpão foi controlado por forração do teto com
98 tecido plástico, cortinas laterais, aspersores de teto, ventiladores e, para cada quatro boxes,

99 uma campânula a gás (Big Clímax[®]). A temperatura ambiente e a umidade do ar foram
100 continuamente monitoradas com um termômetro de máxima e mínima (0 a 50 °C)
101 (Incoterm[®]) e um psicrômetro (Incoterm[®]), respectivamente, colocados em 5 pontos do
102 galpão. Os animais foram divididos em dois grupos: um criado sob condições naturais (C) e o
103 outro sob temperatura ambiente cíclica elevada por doze horas (EC).

104 O galpão foi dividido ao meio com cortinas plásticas para equalização de dois
105 ambientes: 1) ambiente controle – com temperatura natural, controlada por ventiladores e
106 nebulizadores, para garantir o conforto térmico das aves, 2) ambiente estressado por calor –
107 de um a 14 dias em temperatura natural e depois em ambiente aquecido por meio de
108 campânulas a gás durante 12 horas (de 7 as 19 h) de forma cíclica, sendo 1h30m de calor e
109 1h30min sem aquecimento. A temperatura neste ambiente aquecido foi de 38°C do 14º ao 28º
110 dia, e de 40°C do 29º ao dia 42º dia. As rações à base de sorgo e farelo de soja foram
111 formuladas utilizando níveis nutricionais previstos nos tratamentos, elaborados e formulados
112 com base em Rostagno (2005) e NRC (1994).

113 A matéria-prima foi submetida a análise bromatológica para verificar a composição
114 dos ingredientes, de acordo com o Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal
115 (SINDIRAÇÕES, 2005) (Tabela 1).

116 O programa alimentar consistiu de três fases: ração pré-inicial (300 g/ave), ração
117 inicial (900 g/ave), ração crescimento (2.500 g/ave). As aves receberam ração e água potável
118 *ad libitum* em um programa de 24 horas de luz por dia. Os animais de ambos os grupos foram
119 divididos em 5 subgrupos, de acordo com o tipo de dieta: S1) ração controle (premix mineral
120 comercial); S2) ração controle com adição de 40 ppm de Zn inorgânico; S3) ração controle
121 com adição de 40 ppm de Zn orgânico; S4) ração controle com adição de 40ppm de Zn
122 inorgânico e 0,2 ppm de Se orgânico; S5) ração controle com adição de 40 ppm de Zn
123 orgânico e 0,2 ppm de selênio orgânico.

124

125

126

127

128

129

130

Tabela 1: Análise bromatológica da ração utilizada nos experimentos segundo as suplementações e fases de criação, junho de 2007, Uberlândia, MG.

Table 1: Bromatologic analysis of the ration used in the experiments, according supplementations and phases, June, 2007, Uberlândia, MG.

			Nutrientes analisados* Analysed Nutrients				
Suplementos** Supplements**	Umidade Humidity %	PB CP %	EE EE %	FB CF %	M M MM g	Ca Ca g	P P g
Fase pré-inicial Pre-started phase							
S1 S1	11,25	22,56	6,12	5,15	5,65	1,03	0,63
S2 S2	10,88	22,55	5,74	5,04	5,89	1,08	0,65
S3 S3	10,54	22,64	5,69	4,89	5,47	1,04	0,64
S4 S4	10,04	22,45	5,64	4,15	5,55	1,06	0,64
S5 S5	10,74	22,64	5,49	4,34	5,74	1,07	0,67
Fase inicial Start phase							
S1 S1	10,77	21,54	6,15	4,78	4,87	0,93	0,62
S2 S2	10,45	21,45	5,97	4,55	4,54	0,91	0,60
S3 S3	10,68	21,64	6,04	4,35	4,28	0,90	0,60
S4 S4	10,54	21,15	5,89	4,32	4,32	0,91	0,61
S5 S5	11,28	21,38	5,93	4,28	4,39	0,93	0,62
Fase de engorda Fat phase							
S1 S1	10,12	19,74	5,56	4,64	4,70	0,90	0,60
S2 S2	10,14	19,15	5,36	4,68	4,37	0,87	0,56
S3 S3	10,28	19,34	5,62	4,69	4,48	0,89	0,59
S4 S4	10,32	19,28	5,94	5,15	4,84	0,91	0,61
S5 S5	10,15	19,41	5,90	4,79	4,86	0,91	0,60

*PB: Proteína bruta (CP: Crude protein); EE: extrato etéreo (EE: ethereous extract); FB: Fibra bruta (CF: Crude fiber); MM: Matéria mineral (MM: mineral matter or ash); Ca: Cálcio (Ca: calcium); P: Fósforo (P: phosphorus).

**Suplementos (supplements): S1) ração controle (premix mineral comercial) [S1) control ration (commercial mineral premix)]; S2) ração controle + 40 ppm de Zn inorgânico [S2) control ration + 40 ppm of inorganic Zn]; S3) ração controle com adição de 40 ppm de Zn orgânico [S3) control ration + 40 ppm of organic Zn]; S4) ração controle com adição de 40 ppm de Zn inorgânico e 0,2 ppm de Se orgânico [S4) control ration + 40 ppm of inorganic Zn and 0.2 ppm of organic Se]; e S5) ração controle com adição de 40 ppm de Zn orgânico e 0,2 ppm de Se orgânico [S5) control ration + 40 ppm of organic Zn and 0.2 ppm of organic selenium].

A manifestação do estresse oxidativo sobre os lipídios celulares recebe o nome particular de peroxidação lipídica. Esta foi avaliada em duas épocas de coleta de sangue (21 e

42 dias), pela dosagem dos produtos reativos ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), principalmente o malondialdeído (MDA), subproduto da lipoperoxidação que reage com duas moléculas de ácido tiobarbitúrico e produz um complexo de coloração avermelhada (Rumley e Paterson, 1998). As amostras de sangue foram coletadas em uma ave por box por punção da veia braquial utilizando tubos a vácuo (Vacuntainer®) contendo EDTA como anticoagulante. As amostras de sangue foram submetidas a dois ciclos de congelamento (15 min) e descongelamento (5 min), com a finalidade de romper as membranas celulares e promover liberação das enzimas antioxidantes. O descongelamento foi feito em banho-maria a 37 °C. Em seguida as amostras foram centrifugadas a 1300xg durante 2 min, para separação do plasma. Foram pipetados 500µL do plasma e adicionados a 1000µL de ácido tricloroacético a 10%. Após homogeneização e outra centrifugação a 1300xg por 15 min a 15°C, foram pipetados 500µL do sobrenadante. Após adição de 500µL de ácido tiobarbitúrico (TBA) a 1% (dissolvido em hidróxido de sódio a 0,05M) a aquele volume de sobrenadante, os tubos foram incubados em água fervente (100 °C) durante 10 min e, em seguida, foram resfriados sob água corrente por 5 min. A concentração molar de TBARS foi determinada a partir dos valores de absorvância (A) dessas soluções em 532nm e obtida a partir de uma equação derivada da expressão matemática da lei de Lambert-Beer ($A=\epsilon.c.l$):

$$c = \frac{A}{\epsilon.l} \quad \text{Equação 01}$$

onde ϵ é o coeficiente de extinção molar ($M^{-1}.cm^{-1}$) dos TBARS em 532nm e l é o caminho óptico (1 cm) percorrido na solução. Essa análise foi executada no Laboratório de Enzimologia, do Instituto de Genética e Bioquímica da Universidade Federal de Uberlândia.

A temperatura cloacal foi medida com termômetro clínico veterinário (Incoterm®) com precisão de 0,1 °C, em duas aves por Box, às 17 h, com inserção do termômetro por 3 cm na cloaca da ave aos 14°, 21°, 28°, 35° e 42° dias de idade.

Os dados foram avaliados pela análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%, de acordo com Banzatto e Kronka (2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os valores obtidos nas dosagens de TBARS nos diferentes grupos de animais. Não houve efeito do ambiente, dos suplementos nutricionais, da idade e

nem da interação entre esses fatores sobre a concentração plasmática de TBARS (Tabela 2) nas aves consideradas. Esses resultados contrariam aqueles reportados por Lin *et al.* (2006), que verificaram a indução de estresse oxidativo em frangos de corte criados sob estresse pelo calor durante 3 horas por dia a partir de cinco semanas de idade, à temperatura de 32 °C.

Esta divergência nos resultados pode ser explicada em parte pelo fato do estudo ter sido conduzido em galpão convencional e não em câmara climática, diferentemente Lin *et al.* (2006), onde a temperatura e umidade do ar puderam ser mais rigorosamente monitoradas.

É possível que a quantidade de zinco e selênio utilizados no premix da dieta, tenha sido suficiente para proteger os animais de danos oxidativos não sendo necessária sua suplementação. Outra possibilidade seria que a utilização dos minerais na dieta dos frangos tenha afetado a reatividade do TBA. Segundo Silva (1999), proteínas, amins e outros compostos podem complexar o TBA e impedi-lo de reagir com o MDA e outros produtos de oxidação também reativos com o TBA.

Tabela 2 - Médias e desvios padrão das concentrações sanguíneas (nM) de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) em frangos de corte sob estresse cíclico pelo calor e suplementação nutricional com zinco e selênio, de junho a julho de 2007, em Uberlândia, MG, Brasil

Table 2 – Means and standard deviations of the blood concentrations (nM) of TBA reacting substances (TBARS) in broilers under cyclic heat stress and diet supplementation with zinc and selenium, between June and July of 2007, at Uberlândia, MG, Brazil.

Suplementos* Supplements	Ambientes Environments	Tempo (dias)** Time (days)	
		21	42
S1 (S1)	C (C)	56,6 ± 48,6	35,1 ± 432,2
	EC (HS)	119,4 ± 217,2	79,3 ± 42,7
S2 (S2)	C (C)	58,5 ± 121,6	161,9 ± 264,7
	EC (HS)	106,6 ± 42,8	85,7 ± 49,1
S3 (S3)	C (C)	81,9 ± 104,4	165,8 ± 329,0
	EC (HS)	80,9 ± 57,8	63,4 ± 59,9
S4 (S4)	C (C)	48,8 ± 58,0	66,3 ± 110,2
	EC (HS)	88,9 ± 60,9	128,2 ± 204,3
S5 (S5)	C (C)	48,8 ± 82,7	91,7 ± 92,6
	EC (HS)	74,5 ± 46,3	163,5 ± 196,7

* Suplementos nutricionais (S) [nutritional supplements (S)]: S1) Ração controle (premix mineral comercial) [S1) control ration (commercial mineral Premix)]; S2) Ração controle + 40 ppm de Zn inorgânico [S2) control ration + 40 ppm of inorganic Zn]; S3) Ração controle com adição de 40ppm de Zn orgânico [S3) control ration + 40 ppm of organic Zn]; S4) ração controle com adição de 40 ppm de Zn inorgânico e 0,2 ppm de selênio orgânico [S4) control ration + 40 ppm of inorganic Zn and 0.2ppm of organic selenium] e S5) ração controle com adição de 40 ppm de Zn orgânico e 0,2 ppm de selênio orgânico [S5) control ration + 40 ppm of organic Zn and 0.2 ppm of organic selenium].

** Comparação pelo teste de Tukey entre o diferente tempo (21 e 42 dias) [Comparison by the Tukey test between the different times (21 and 42 days)], ambiente: controle (C) e estresse pelo calor (EC) [environment: control (C) and heat stress (HS)], e (S) [and (S)], sem letras indicando ausência de diferença estatisticamente significativa ($p>0,05$) [without letters indicating absence of significant statistical differences ($p>0.05$)].

A Tabela 3 apresenta os valores aferidos das temperaturas cloacais (TC) dos frangos de corte. Não houve efeito da interação ambiente x suplementação sobre TC. Mas no 35° e 42° dia de idade, as aves criadas sob estresse cíclico de calor apresentaram maiores valores de temperatura corporal em relação àquelas sob condições de ambiente natural.

Tabela 3 - Médias e desvios padrão da temperatura cloacal, em °C, de frangos de corte sob estresse pelo calor [controle (C) e estresse pelo calor (EC)] de 14 a 42 dias de idade, suplementados com zinco e selênio, de Junho a Julho de 2007, em Uberlândia, MG, Brasil.

Table 03 – Means and standart deviation of rectal temperature in broilers under heat stress [control (C) and heat stress(HS)] with 14 to 21 days and supplemented with zinc and selenium, from June to July of 2007, at Uberlândia, MG, Brazil.

	Idade (dias) **				
	Age (days)				
Ambiente	14	21	28	35	42
<i>Enviromenmtal</i>					
C	41,2±0,5	41,5±0,2	41,5±0,3	41,0±0,2A	41,8±0,3A
C					
EC	41,8±0,6	41,4±0,3	42,0±0,5	42,4±0,6B	43,0±0,8B
HS					
Suplementos*					
<i>Supplements</i>					
S1 (S1)	41,6±0,5	41,6±0,3	41,7±0,4	41,9±0,6	42,5±0,9
S2 (S2)	41,4±0,6	41,6±0,3	41,6±0,4	41,9±0,6	42,4±0,8
S3 (S3)	41,4±0,7	41,6±0,3	41,7±0,5	42,0±0,7	42,5±0,9
S4 (S4)	41,6±0,5	41,6±0,3	41,6±0,4	41,9±0,5	42,2±0,8
S5 (S5)	41,5±0,7	41,6±0,4	41,9±0,7	42,1±0,9	42,5±1,0

*Suplementos nutricionais (S) [nutritional supplements (S)]: S1) Ração controle (Premix mineral comercial) [S1) control ration (commercial mineral Premix)]; S2) Ração controle + 40 ppm de Zn inorgânico [S2) control ration + 40 ppm of inorganic Zn]; S3) Ração controle com adição de 40ppm de Zn orgânico [S3) control ration + 40 ppm of organic Zn]; S4) ração controle com adição de 40 ppm de Zn inorgânico e 0,2 ppm de selênio orgânico [S4) control ration + 40 ppm of inorganic Zn and 0.2ppm of organic selenium] e S5) ração controle com adição de 40 ppm de Zn orgânico e 0,2 ppm de selênio orgânico [S5) control ration + 40 ppm of organic Zn and 0.2 ppm of organic selenium].

** Diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) dentro da mesma idade entre os valores do grupo controle em relação ao grupo submetido a estresse térmico (teste de Tukey) [statistically significant difference ($p < 0.05$) inside the same age between the values for the control group in relation to the heat stressed group (Tukey test)].

Este resultado pode ser explicado pela dificuldade da ave em dissipar calor durante exposição à temperatura ambiente elevada. Segundo Furlan (2006), o resfriamento evaporativo respiratório constitui-se em um dos mais importantes meios de perda de calor das aves em temperaturas elevadas. Este autor afirma que isto ocorre porque as aves têm a capacidade de aumentar a frequência respiratória em até 10 vezes e, desta forma, aumentar a

perda de calor no trato respiratório. No entanto, o aumento na frequência respiratória gera mais energia pela contração da musculatura, produzindo mais calor, podendo determinar os quadros de hipertermia severo para frangos de corte.

Faria *et al.* (2001) também obtiveram resultados semelhantes em que poedeiras expostas a estresse cíclico pelo calor ou constante apresentam maiores valores de temperatura corporal do que àquelas mantidas em termoneutralidade. Altan *et al.* (2000) também verificaram elevação da temperatura cloacal em aves mantidas em estresse pelo calor. Segundo Menten *et al.* (2006) em condições de temperatura e umidade elevadas podem desencadear um aumento de 4,7 °C na temperatura cloacal das aves.

CONCLUSÃO

A criação de frangos de corte sob estresse cíclico pelo calor em condições naturais após o 14º dia de idade eleva a temperatura das aves no 35º e 42º dia de idade, mas não afeta os níveis sanguíneos de TBARS. A suplementação da dieta das aves com zinco e selênio também não afeta seus níveis sanguíneos de TBARS.

Para futuras pesquisas sugere-se a realização deste trabalho durante meses mais quentes do ano, tais como outubro, novembro e dezembro.

REFERÊNCIAS

ALTAN Ö. et al. Effects of heat stress on growth, some blood variables and lipid oxidation in broilers exposed to high temperature at an early age. *Brit. Poultry Sci.* London, v.41, p. 489-493, 2000.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. *Experimentação agrícola*. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006.

BELAY, T.; TEETER, R.G. Effects of environmental temperature on broiler mineral balance partitioned into urinary and fecal loss. *Brit. Poultry Sci.*, London, v.37 n.2, p. 423-433, 1996.

BIANCHI, M.L.P.; ANTUNES, L.M.G. Free radicals and the main dietary antioxidants. *Rev. de Nutr.*, Campinas, v.12, n. 2, p.123-130, 1999.

267

268 BORGES, S. A. et al. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de
269 corte. *Cien. Rur*, Santa Maria, v.33, n.5, p. 975-981, 2003.

270

271 DANIELS, L.A. Selenium metabolism and bioavailability. *Biol. Tr. Elem. Res.*, Tokyo, v.54,
272 p.185-199, 1996.

273

274 DIONELLO, N. J. L et al. Respostas fisiológicas associadas à termotolerância em pintos de
275 corte de duas linhagens por exposição a altas temperaturas. *Rev. Bras. de Zoot.*, Viçosa, v. 31,
276 n. 1, p.79-85, 2002.

277

278 FARIA, D. E. et al. Performance, body temperature and egg quality of laying hens fed
279 vitamins D and C under three environmental temperatures. *Rev. Bras. Cienc, Avic.*, v.3, n.1,
280 2001.

281

282 FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPÓSIO
283 BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 2006. *Anais...* Chapecó: Empresa Brasileira de
284 Pesquisa Agropecuária (Embrapa/CNPSA), 2006.

285

286 GANTHER, H.E. Metabolism of hydrogen selenide and methylated selenides. In: DRAPER,
287 H.H. (eds.) *Adv. nutr. Res.* New York: Plenum Press, 1979. v.2, cap.03, p107-128.

288

289 LIN, H. et al. Acute heat stress induces oxidative stress in broiler chickens. *Comp. Bioch. and*
290 *Phys., Part A*. Calgary v.144, p.1-17, 2006.

291

292 MENTEN, J.F.M. et al. Physiological responses of Broiler chicken to pre slaughter heat stress.

293 In: EUROPEAN POULTRY CONFERENCE EPC 2006, Book abstrats, suppl., v.62, p.254,

294 2006. *World's Poultry Science Journal*.

295

296 NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL *Nutrient requirements of Poultry*. 5th. Ed.,

297 National Academy Press: Washington D.C.,1994. 381p.

298

299 ROSTAGNO, S.H. *Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais de Aves e Suínos*. 3.

300 ed. Viçosa: UFV – Imp. Universitária, 2005. 61p.

301

302 SAHIN, K. et al. Supplementation of Zinc from Organic or Inorganic Source Improves

303 Performance and Antioxidant Status of Heat-Distressed Quail. *Poult. Sci.*, Champaign, v. 84,

304 n.6, p. 882-887, 2005.

305

306 SAS, B. Contribution to the pathobiochemistry of furazolidone induced oxidative toxicity in
307 chickens *Acta Vet.*, Hung. v.41, p.103-121, 1993.

308

309 SILVA, F.A.M. et al. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade
310 antioxidante. *Quím. Nov.*, Lisboa, v. 22, n.1, 1999.

311

312 SINDIRAÇÕES, Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Guia de Métodos
313 Analíticos. In: _____. *Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal*. São José do Rio

314 Preto: São José, 2005. p.01-204.

CAPÍTULO 03

DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE FRANGOS DE CORTE SOB ESTRESSE CÍCLICO PELO CALOR E SUPLEMENTADOS COM ZINCO E SELÊNIO

RESUMO:

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do estresse cíclico de calor sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte suplementados com zinco e selênio. Foram utilizados 2.400 frangos de corte “Avian 48” machos, alojados em um galpão com 80 boxes, em delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2x5, sendo 2 ambientes [controle (C) e estressado pelo calor (EC)] e 5 níveis de suplementação [S1) ração controle (premix mineral comercial); S2) ração controle com adição de 40 ppm de Zn inorgânico; S3) ração controle com adição de 40 ppm de Zn orgânico; S4) ração controle com adição de 40 ppm de Zn inorgânico e 0,2 ppm de selênio orgânico e S5) ração controle com adição de 40 ppm de Zn orgânico e 0,2 ppm de selênio orgânico], em um total de 10 tratamentos, com 8 repetições de 30 aves para cada tratamento. Foram avaliados ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, viabilidade, peso vivo e rendimento de carcaça e cortes (peito com osso, peito sem osso, sobrecoxa + coxa e asas). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5%. Ganho de peso e conversão alimentar foram influenciados negativamente pelo calor. Houve efeito da interação ambiente x níveis de suplementos para as características de carcaça, contudo, tanto o ambiente quanto os níveis de suplemento não alteraram o rendimento de peito com e sem osso, sobrecoxa e coxa e asas. As características de carcaça que mais sofreram influência dos fatores estudados foram o peso vivo e a carcaça eviscerada. Assim, elevações cíclicas na temperatura ambiente prejudicam o desempenho industrial de frangos de corte, mas não afetam a sua viabilidade. A suplementação de zinco e selênio, nas formas orgânica ou inorgânica não melhora o desempenho e características de carcaça de frangos de corte independentemente da condição térmica do ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: carne de frango, ganho de peso, conversão alimentar, viabilidade, minerais, temperatura ambiente

ABSTRACT: PERFORMANCE AND CARCASS CHARACTERISTICS OF BROILER CHICKENS SUBMITTED TO CICLIC HEAT STRESS AND DIET SUPPLEMENTATION WITH ZINC AND SELENIUM

This study aimed to determinate the effect of heat stress on the performance and carcass characteristics of broiler chickens supplemented with zinc and selenium. 2400 male broiler chickens were housed in a shed with 80 boxes, in a entirely randomized design, factorial 2x5, being 2 environments [control (C) and heat stress (EC)] and 5 supplementation levels [S1) control ration (Premix mineral commercial); S2) control ration with 40 ppm of inorganic Zn; S3) control ration with 40 ppm of organic Zn; S4) control ration with 40 ppm of inorganic Zn and 0.2 ppm of organic selenium; and S5) control ration with 40 ppm of organic Zn and 0.2 ppm of organic selenium], in a total of 10 treatments with 8 replications of 30 broilers each. It was evaluated: weight gain, feed consumption, feed conversion, viability, body weight, and yield of carcass and parts (breast with bones, breast without bones, thighs and wings). Data were submitted to ANOVA and compared by Tukey test (5%). Weight gain and feed conversion were negatively influenced by the heat stress. There was interaction between ambient and supplement levels for the carcass characteristics, however neither the ambient nor the supplement levels changed the yield of breast with bones, breast without bones, thighs and wings. The carcass characteristics more affected by the studied variables were the body weight and the eviscerated carcass. Thus, cyclic elevations in the ambient temperature worsen the industrial performance of broiler chickens, but not their viability, which was improved. Zinc and selenium supplementation not improve the performance and the carcass characteristics of broiler chicken independently of the thermal condition of the ambient.

KEYWORDS: poultry meat, weight gain, feed conversion, viability, mineral, ambient temperature

INTRODUÇÃO:

O desenvolvimento da avicultura resultou na produção de um frango de corte precoce e eficiente na conversão de diferentes alimentos em proteína animal (BORGES et al. 2003). Apesar disso, uma série de problemas metabólicos e de manejo têm surgido, destacando-se entre eles o estresse pelo calor (MACARI, FURLAN, 2002). Em temperaturas elevadas, os frangos de corte respondem com redução do consumo alimentar, diminuição no ganho de

peso, piora na conversão alimentar e alta taxa de mortalidade (HELLMEISTER FILHO, 2002). O peso da carcaça, o rendimento dos cortes nobres, a deposição de gordura abdominal (BAZIZ et al., 1996) e o peso das penas (GERAERT et al., 1996a) e dos órgãos abdominais de frangos de corte também podem ser reduzidos por temperatura ambientais elevadas.

Aves submetidas a ciclos de elevação na temperatura ambiente (25 a 35 °C) apresentam menores taxas de retenção de fósforo (Pi), potássio (K⁺), sódio (Na⁺), manganês (Mg⁺²), cobre (Cu⁺²) e zinco (Zn⁺), comparadas com criadas a 24 °C (BELAY; TEETER, 1996). Assim, a suplementação deste último mineral citado tem sido usada com objetivo de amenizar os efeitos do estresse pelo calor. Outro micronutriente essencial para o organismo é o selênio. Em aves, sua deficiência pode causar necrose hepática, redução da quantidade de proteínas, diátese exsudativa, redução na secreção de enzimas digestivas, além de reduzir o crescimento (GANTHER, 1979).

O objetivo deste trabalho foi investigar o efeito do estresse pelo calor sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte suplementados com zinco e selênio.

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido na Granja de Experimentação de Aves, da Fazenda do Glória, FUNDAP, da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia, MG. Foram utilizados 2.400 pintos de corte machos, da linhagem “Avian 48” com 1 dia de idade, alojados em galpão composto de 80 boxes, cada um com capacidade para 30 aves adultas numa densidade de 12,5 animais por m², realizado de junho a julho de 2007. O galpão foi construído em alvenaria e estrutura metálica, cobertura em telha de fibro-cimento, piso concretado, paredes teladas, cumeeira com orientação leste-oeste, pé direito de 2,60 m, sem lanternim. Suas partes laterais se constituem de uma tela de arame que se estende até o início do telhado, protegida por uma cortina de plástico trançado azul e um sistema com catracas para sua movimentação. O ambiente do interior do galpão foi controlado por forração do teto em tecido plástico, cortinas laterais, nebulizadores, ventiladores e para cada quatro boxes uma campânula a gás (Big Climax[®]). A temperatura ambiente e a umidade do ar foram continuamente monitoradas com um termômetro de máxima e mínima (0 a 50 °C) (Incoterm[®]) e um psicrômetro (Incoterm[®]), respectivamente, colocados em cinco pontos do galpão. Os animais foram divididos em dois grupos: um criado sob condições naturais (C) e o outro sob temperatura ambiente cíclica elevada por doze horas (EC). O galpão experimental

foi dividido ao meio por cortinas plásticas para equalização de dois ambientes: 1) controle - temperatura natural controlada por ventiladores e nebulizadores, para garantir conforto térmico às aves em função da idade, 2) estressado por calor depois do 14º dia de idade das aves - com temperatura natural até o 14º dia e depois com aquecimento por meio de campânulas a gás durante 12 horas do período diurno (de 7 as 19 h) de forma cíclica, sendo 1h30min de calor e 1h30min sem aquecimento. A temperatura foi elevada para 38 °C do 14º ao 28º dia e para 40 °C do 29º ao 42º dia. Rações isoenergéticas, isoproteicas e isolipídicas foram formuladas utilizando níveis nutricionais previstos nos tratamentos, elaborados com base em Rostagno (2005) e NRC (1994), produzidas a base de sorgo, farelo de soja, óleo degomado de soja, fosfato bicálcico, calcário, cloreto de sódio, premix vitamínico, minerais e aditivos comerciais. As aves receberam ração e água potável *ad libitum* em um programa de 24 horas de luz por dia.

A matéria-prima das rações foi avaliada por análises bromatológicas para verificar a composição dos ingredientes de acordo com o Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (SINDIRAÇÕES, 2005) (Tabela 1).

O programa alimentar consistiu de três fases: ração pré-inicial (300 g/ave), inicial (900 g/ave) e engorda (2500 g/ave). As aves receberam ração e água potável *ad libitum* (3-5 ppm de cloro). Os animais de ambos os grupos foram divididos em cinco subgrupos, de acordo com o tipo de dieta: S1) ração controle (premix mineral comercial); S2) ração controle com adição de 40 ppm de Zn inorgânico; S3) ração controle com adição de 40 ppm de Zn orgânico; S4) ração controle com adição de 40 ppm de Zn inorgânico e 0,2 ppm de Se orgânico; S5) ração controle com adição de 40 ppm de Zn orgânico e 0,2 ppm de Se orgânico.

Para cálculo das variáveis de desempenho, o peso das aves e rações foram aferidos no 1º, 7º, 21º, 38º e 42º dia de idade. O peso das aves mortas foi registrado diariamente. Foram calculados o ganho de peso (GP), o consumo de ração (CR), a conversão alimentar (CA) e a viabilidade (V).

Ao final do experimento, duas aves por box foram retiradas e marcadas individualmente com lacre plástico numerado em cada pé, para a sua identificação ao longo de toda a linha de abate. Após as aferições de peso, as aves foram mantidas em boxes sem ração para um jejum alimentar de oito horas e jejum hídrico de quatro horas, antes de serem abatidas.

Tabela 1: Análise bromatológica da ração utilizada no experimento segundo as suplementações e fases de criação, junho de 2007, em Uberlândia, MG, Brasil.

Suplementos**	Nutrientes analisados*						
	Umidade %	PB %	EE %	FB %	MM g	Ca g	P g
Fase pré-inicial							
S1	11,25	22,56	6,12	5,15	5,65	1,03	0,63
S2	10,88	22,55	5,74	5,04	5,89	1,08	0,65
S3	10,54	22,64	5,69	4,89	5,47	1,04	0,64
S4	10,04	22,45	5,64	4,15	5,55	1,06	0,64
S5	10,74	22,64	5,49	4,34	5,74	1,07	0,67
Fase inicial							
S1	10,77	21,54	6,15	4,78	4,87	0,93	0,62
S2	10,45	21,45	5,97	4,55	4,54	0,91	0,60
S3	10,68	21,64	6,04	4,35	4,28	0,90	0,60
S4	10,54	21,15	5,89	4,32	4,32	0,91	0,61
S5	11,28	21,38	5,93	4,28	4,39	0,93	0,62
Fase de engorda							
S1	10,12	19,74	5,56	4,64	4,70	0,90	0,60
S2	10,14	19,15	5,36	4,68	4,37	0,87	0,56
S3	10,28	19,34	5,62	4,69	4,48	0,89	0,59
S4	10,32	19,28	5,94	5,15	4,84	0,91	0,61
S5	10,15	19,41	5,90	4,79	4,86	0,91	0,60

*PB: Proteína bruta; EE: extrato etéreo; FB: Fibra bruta; MM: Matéria mineral; Ca: Cálcio; P: Fósforo.

**Suplementos: S1- ração controle (premix mineral comercial); S2- ração controle com adição de 40 ppm de Zn inorgânico; S3- ração controle com adição de 40 ppm de zinco orgânico; S4- ração controle com adição de 40 ppm de zinco inorgânico e 0,2 ppm de Se orgânico; e S5- ração controle com adição de 40 ppm de zinco orgânico e 0,2 ppm de selênio orgânico.

As aves foram transportadas ao Abatedouro Sabá em Buriti Alegre (GO) para o abate, onde foram avaliados os parâmetros relativos ao rendimento de carcaça e de cortes. Foram avaliados os pesos das aves vivas, peso das carcaças evisceradas (não resfriadas em “chiller”) e o peso dos cortes (peito com e sem osso, asa, coxa + sobrecoxa, pé + cabeça + pescoço e dorso). Os valores obtidos foram tabulados e posteriormente relacionados ao peso vivo e ao peso de carcaça das aves, sendo apresentados em percentagem.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%, de acordo com Banzatto e Kronka (2006).

Resultados e Discussão

Não houve interação entre os fatores ambiente x suplementos no desempenho das aves. As aves do grupo EC reduziram o consumo de ração quando comparadas as do grupo C, com queda de 11,31% (Tabela 2). Resultados semelhantes também foram observados por

AUSTIC (1985), HOWLIDER E ROSE (1987), SMITH (1993) E LAGANÁ (2005), os quais verificaram que a primeira resposta da ave sob estresse pelo calor é o decréscimo no consumo de alimentos. Essa redução é uma resposta fisiológica para diminuir a produção metabólica de calor e manter a homeostase corporal (TEETER et al., 1986 e BONNET et al., 1997). Estes últimos autores constataram que aves expostas durante três semanas a 32 °C apresentaram queda de 33% no consumo. Enquanto TEMIN et al. (2000) encontraram queda de 22% no ambiente de 35 °C de 21 a 42 dias. Portanto, não somente a temperatura ambiente elevada, mas também as diferenças na magnitude, duração e tipo de estresse a que as aves são submetidas são importantes características a serem consideradas. Outro aspecto observado por TEETER et al. (1992) é que aves em estresse cíclico pelo calor comem menos durante os horários críticos de pico de calor e consomem mais alimentos nas horas mais frescas do dia.

No presente estudo, foi verificado que os níveis de suplementação de zinco e selênio não influenciaram no consumo de ração (Tabela 2). Mas a exposição ao estresse cíclico por calor resultou em 4,6% de redução no ganho de peso. Em temperaturas mais elevadas as aves ingerem menor quantidade da ração e, portanto, têm o ganho de peso reduzido. Este resultado concorda com os de LAGANÁ (2005), que obteve redução de 6% quando submeteu as aves ao estresse cíclico pelo calor, porém por menor período (21 a 42 dias de idade). OLIVEIRA NETO et al. (2000) observaram que a temperatura ambiente influenciou o ganho de peso, que foi 16% menor. LANA et al. (2000) também encontraram redução de 15% no ganho de peso de aves estressadas pelo calor (31 °C) em relação àquelas mantidas em conforto térmico (23°C).

As temperaturas ambientes bem como os níveis de suplemento não influenciaram na conversão alimentar (Tabela 2). LANA et al. (2000) também não observaram alteração na CA em frangos de corte mantidos a temperatura de 31 °C. Entretanto, outros autores descrevem falhas na CA devido ao efeito direto da temperatura, que poderia ser resultante de redução da digestibilidade do alimento (BONNET et al., 1997) e pelo aumento dos requerimentos de energia para manutenção (SAKOMURA et al., 2005).

A maior viabilidade do grupo EC, refere-se provavelmente à condição corporal das aves, que tiveram um menor consumo de ração e, conseqüentemente uma menor ingestão calórica, o que melhoraria seu estado de saúde e elevaria sua longevidade (BIZERAY et al., 2000).

Tabela 2: Médias e desvios padrão do desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias sob estresse pelo calor e suplementados com zinco e selênio, de junho a julho de 2007, em Uberlândia, MG, Brasil.

Suplementos**	Desempenho*											
	Consumo de Ração			Ganho de Peso			Conversão Alimentar			Viabilidade		
	(Kg)			(Kg)			(Kg/Kg)			(%)		
	C	E	Média	C	E	Média	C	E	Média	C	E	Média
S1	4,70±0,42	4,4±0,37	4,52±0,42	3,0±0,11	2,90±0,12	2,95±0,12	1,42±0,04	1,38±0,08	1,40±0,06	82,08±9,58	84,79±7,10	83,44±8,00
S2	4,80±0,32	4,1±0,24	4,44±0,43	3,03±0,12	2,81±0,16	2,92±0,18	1,41±0,05	1,38±0,03	1,40±0,04	80,48±6,80	91,51±5,90	86,00±8,12
S3	4,82±1,00	4,37±0,30	4,59±0,75	3,07±0,09	2,90±0,11	2,98±0,13	1,37±0,09	1,41±0,04	1,39±0,07	80,00±15,84	85,02±6,61	82,51±11,63
S4	5,10±0,48	4,40±0,29	4,75±0,52	3,06±0,14	2,93±0,07	3,00±0,12	1,43±0,07	1,40±0,03	1,42±0,05	74,58±9,25	85,00±10,24	79,79±10,51
S5	4,94±0,63	4,33±0,44	4,64±0,61	3,01±0,20	2,91±0,16	2,96±0,18	1,43±0,08	1,38±0,08	1,41±0,08	77,70±12,62	87,29±9,67	82,49±11,56
Média	4,86±0,6^A	4,31±0,3^B		3,03±0,1^A	2,89±0,1^B		1,41±0,01^A	1,39±0,01^A		78,97±10,9^A	86,73±8,09^B	

*Suplementos: S1- ração controle (premix mineral comercial); S2) ração controle com adição de 40 ppm de Zn inorgânico; S3- ração controle com adição de 40 ppm de Zn orgânico; S4- ração controle com adição de 40 ppm de Zn inorgânico e 0,2 ppm de selênio orgânico; e S5- ração controle com adição de 40 ppm de Zn orgânico e 0,2 ppm de selênio orgânico.

** Diferenças estatisticamente significantes ($P<0.05$) quando comparadas pelo teste de Tukey.

Houve interação entre ambiente e suplemento para peso vivo e características de carcaça (Tabela 3). Contudo, tanto o ambiente quanto os níveis de suplemento não alteraram o rendimento de peito com e sem osso, sobrecoxa + coxa e asas. As características de carcaça que mais sofreram influência dos fatores estudados foram o peso vivo e a carcaça eviscerada. Aves em estresse cíclico de calor apresentaram redução no seu PV, bem como na carcaça eviscerada, o que era esperado, pois reduziram tanto o consumo de ração quanto seu ganho de peso (ROSA, et al, 2007).

Os resultados obtidos neste trabalho com os minerais orgânicos e inorgânicos o zinco e selênio, discordam de vários trabalhos, os quais relatam que a suplementação com zinco aumenta a ingestão de alimentos, a taxa de crescimento e a eficiência alimentar em frangos de corte (ROBERSON & EDWARDS, 1994) e em codornas (SAHIN & KUCUK, 2003). Segundo VAN DEN BROEK & THODAY (1986), embora o NRC recomende um mínimo de 39 mg de zinco/kg de dieta, sinais clínicos de sua deficiência têm sido observados mesmo quando a dieta possui níveis acima do recomendado. SAHIN et al. (2005) atribuem essa deficiência aparente de zinco à redução de sua biodisponibilidade pela presença de antagonistas na dieta e pela sua interação com outros minerais.

Tabela 3 - Médias e desvios padrão das características de carcaça de frangos de corte submetidos a estresse pelo calor e suplementados com zinco e selênio, de junho a julho de 2007, em Uberlândia, MG, Brasil.

	Ambiente**	Suplementos*					Média
		S1***	S2***	S3***	S4***	S5***	
Peso Vivo (kg)	C	2.984±96,5 a	3.063±95,2 a	3.025±94,2 a	3.015±96,2 a	3.056±99,1 a,C	3029±100
	EC	2.889±150,0 b	2.913±185,4 b	2.867±113,3 b	2.984±124,6 b	2.936±97,8 b,D	2917±140,2
	Média	2935±136,0	2988±164,5	2943±129,1	3000±110,1	2996±117,2	
Carcaça Eviscerada (kg)	C	2.292±88,8 C	2382±136,5 a,D	2368±91,8 a,E	2307±96,7 a,F	2203±110,7 a,G	2311±98
	EC	2.274±164,3	2291±193,0 b	2275±113,6 b	2206±137,1 b	2292±105,4 b	2268±105,4
	Média	2282±133,3	2337±170,8	2320±109,3	2258±119	2247±108,8	
Carcaça Eviscerada (%)	C	76,79±2,4 a	77,74±2,8	78,14±2,1	76,30±2,1a	77,82±3,0	77,35±2,58
	EC	78,95±3,2 b	79,25±2,3	79,34±2,4	79,35±3,5 b	78,69±2,4	79,11±2,76
	Média	77,90±3,04	78,45±2,70	78,74±2,18	77,77±3,26	78,24±2,70	
Carcaça Sem PCP (%)	C	68,39±2,2 a	68,75±2,5	70,11±1,9	68,49±2,0 a	69,87±2,2	69,11±2,28
	EC	70,27±2,9 b	70,38±2,2	70,74±1,8	70,97±3,1 b	70,44±1,6	70,56±1,44
	Média	69,36±2,76	69,54±2,49	70,43±1,88	69,69±2,87	70,15±1,44	
PCP (%)	C	10,98±1,3	11,54±2,0	10,22±1,1	10,24±1,6	10,57±1,4	10,71±1,60
	EC	10,98±1,3	11,15±2,9	10,84±0,6	10,55±0,8	10,47±3,1	10,50±2,06
	Média	10,98±1,31	11,35±2,55	10,53±0,98	10,39±1,32	10,52±2,44	
Peito com osso (%)	C	33,64±2,2 a	32,59±1,8	32,99±1,4	33,35±1,7	33,79±0,9	33,26±1,74
	EC	35,63±2,8 b	32,58±2,1	32,08±1,1	33,20±2,4	33,09±1,4	33,55±2,32
	Média	34,67±2,71	32,62±1,98	33,04±1,31	33,28±2,08	33,43±1,25	
Peito sem osso (%)	C	23,51±2,3	22,39±1,3	23,20±1,5	23,50±1,9	23,98±1,4	23,31±1,80
	EC	22,72±1,5	22,41±1,7	22,72±1,2	23,06±1,8	22,85±1,4	22,75±1,58
	Média	23,10±1,97	22,40±1,55	22,96±1,40	23,29±1,90	23,43±1,61	
Sobrecoxas e coxas (%)	C	29,25±1,8	28,95±1,4	28,99±0,9	28,20±1,3	28,97±1,2	29,09±1,37
	EC	29,81±1,3	29,76±1,2	29,80±0,9	29,83±1,2	29,33±0,6	29,72±1,09
	Média	29,54±1,60	29,34±1,35	29,39±1,00	29,55±1,28	29,17±1,03	
Asas (%)	C	9,56±2,7	10,09±0,4	9,91±0,5	9,94±0,6	10,28±0,6	9,96±1,29
	EC	9,38±2,5	9,87±0,6	9,95±0,3	10,05±0,8	10,16±0,5	9,87±0,64
	Média	9,47±2,58	9,98±0,54	9,62±0,21	9,99±0,72	10,23±0,63	
Dorso (%)	C	16,56±1,7 a	16,82±1,8	17,87±1,3 b	17,17±1,9	16,40±1,0	16,97±1,67
	EC	14,19±3,0 b,C	16,58±4,4 D	16,33±0,6 b,E	16,37±3,5F	16,95±4,6G	16,05±3,57
	Média	15,34±2,55	16,70±3,44	17,10±1,27	16,79±2,81	16,66±3,34	

* Suplementos: S1- ração controle (premix mineral comercial); S2- ração controle com adição de 40 ppm de Zn inorgânico; S3- ração controle com adição de 40 ppm de Zn orgânico; S4- ração controle com adição de 40 ppm de Zn inorgânico e 0,2 ppm de selênio orgânico; S5- ração controle com adição de 40 ppm de Zn orgânico e 0,2 ppm de selênio orgânico.

**Letras minúsculas: diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$) entre ambientes (teste de Tukey)..

***Letras maiúsculas: diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$) entre suplementos dietéticos (teste de Tukey).

Conclusão

Elevações cíclicas na temperatura ambiente afetam negativamente o consumo de ração e ganho de peso. A suplementação de zinco e selênio, nas formas orgânica e inorgânica, não melhora o desempenho e características de carcaça de frangos de corte independentemente da condição térmica.

REFERÊNCIAS

AUSTIC, R.E. Feeding poultry in hot and cold climates. In: **Stress physiology in Livestock**.

Boca Raton, FL: CRC, 1985. p 136-161.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 247p.

BAZIZ, H. A.; GERAERT, P. A.; GUILLAUMIN, S. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat participation in broiler carcasses. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n.4, p.505-513, apr., 1996.

BELAY, T. TEETER, R. G. Effects of environmental temperature on broiler mineral balance partitioned into urinary and fecal loss. **British Poultry Science**, London, v.37 n.2, p. 423-433, may, 1996.

BIZERAY, D, LETERRIER, C., CONSTANTIN, P., PICARD, M., FAURE, J.M. Early locomotor behaviour in genetic stocks chickens with different growth rates. **Applied Animal Behaviour Science** New York, v.68, n.3, p. 231-241, 2000.

BONNET, S. GERAERT, P.A., LESSIRE, M. CARRE, B. GUILLAUMIN, S. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v.76, n.6, p.857-863, 1997.

GANTHER, H.E. Metabolism of hydrogen selenide and methylated selenides. In: DRAPER, H.H. (eds.) **Advances in nutritional research**. New York: Plenum Press, 1979. v.2, p107-128.

GERAERT, P. A.; PADILHA, J. C. F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure chickens: growth performance, body composition and energy retention. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 75, n.2, p.195-204, feb., 1996.

HELLMEISTER FILHO, P. **Efeito de fatores genéticos e do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos tipo caipira**. 2002. 77f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

HOWLIDER, M.A.R., ROSE, S. P. temperature and growth of broilers . **World's poultry science. J.**, Ithaca, v.43, n.2, p.228-237, 1987.

LAGANÁ, C. **Otimização da produção de frangos de corte em condições de estresse por calor**. 2005, 180f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, 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 composição da carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.29, n.4, p.1117-1123, 2000.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZÁLES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2 ed. Jaboticabal: Funep /Unesp, 2002. p. 209-230.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL **Nutrient requirements of Poultry**. 5th. Ed., National Academy Press: Washington D.C.,1994. 381p.

OLIVEIRA NETO, R. A.; OLIVEIRA, M. F. R.; DONZELE, L. J.; ROSTAGNO, S. H.; FERREIRA, A. R.; MAXIMIANO, C. H.; 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.1, p.183-190, jan.-fev., 2000.

ROBERSON, K. D.; EDWARDS Jr, H. M. Effects of 1,25 dihydrocholecalciferol and phytase on zinc utilization in broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, p. 1312-1316, 1994.

ROSA P.S, FARIA FILHO D.E, DAHLKE F, VIEIRA B.S, MACARI M, FURLAN R.L. Performance and carcass characteristics of broiler chickens with different growth potential and submitted to heat stress. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v.9, p. 181-186, Jul – Sep, 2007.

ROSTAGNO, H. S. **Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais de Aves e Suínos**. 3. ed. Viçosa: UFV – Imp. Universitária, 2005. 61p.

SAHIN, K.; KUCUK, O. Zinc supplementation alleviates heat stress in laying Japanese quail. **Journal of nutrition**, Philadelphia, v. 133, p. 2808-2811, 2003.

SAHIN, K.; SMITH, M. O.; ONDERCI, M.; SAHIN N.; GURSU, M. KUCUK, F O. Supplementation of Zinc from Organic or Inorganic Source Improves Performance and Antioxidant Status of Heat-Distressed Quail. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, n.6, p. 882-887, Jul., 2005.

SAKOMURA, N. K.; LONGO, F. A.; OVIEDO-RANDON, E. O.; BOA-VIAGEM, C. FERRAUDO, A. Modeenergy utilization and groth parameter description for broiler chichens. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, p. 1363-1369, 2005.

SINDIRAÇÕES, Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Guia de Métodos Analíticos. In: _____. **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal**. São José do Rio Preto: São José, 2005. p.01-204.

SMITH, M. O. Parts yeld of broilers reared under cycling high temperatures. **Poultry Science**, Champaign, v.72, n. 6, p.1146-1150, jun., 1993.

TEETER, R.G., SMITH, M. O. High chronic ambient temperature stress effects on broiler acid-base balance and their response to supplemental ammonium chloride, potassium chloride

and potassium carbonate, **Poultry Science**, Champaign, v. 65, n.11, p.1777-1781, 1986.

TEETER, R.G., SMITH, M. O, WIERNUSZ, C.J. Broiler acclimation to the heat distress and feed intake effects on body temperature in birds exposed to thermoneutral and high ambiental temperatures. **Poultry science**, Champaign, v.71, n.9, p.1101-1104, 1992.

TEMIM, S., CHAGNEAU, A.M., GUILAUMIN, S., MICHAEL, J., PERESSON, R.,
TESSERAUD, S. Does excess dietary protein improve growth performance and carcass characteristics in heat-exposed chickens? **Poultry Science**, Champaign , v.79, n.2, p.312-317, 2000.

VAN DEN BROEK, A. H. M.; THODAY, K. L. Skin disease in gogs associated with zinc deficiency. A report of five cases. **Journal of Small Animal Practice**, Oxford, v. 27, p. 313-317, 1986.