UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

ENVOLVIMENTO DA PROTEÍNA, CARBOIDRATO, LIPÍDIO E SELÊNIO SOBRE AS ALTERAÇÕES METABÓLICAS E BIOQUÍMICAS EM FRANGOS SUBMETIDOS AO CALOR

Fabricio Hirota Hada
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

ENVOLVIMENTO DA PROTEÍNA, CARBOIDRATO, LIPÍDIO E SELÊNIO SOBRE AS ALTERAÇÕES METABÓLICAS E BIOQUÍMICAS EM FRANGOS SUBMETIDOS AO CALOR

Fabricio Hirota Hada

Orientadora: Profa. Dra. Vera Maria Barbosa de Moraes
Co-Orientador: Prof. Dr. Ramon Diniz Malheiros

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
AGOSTO DE 2008

Hada, Fabricio Hirota
H125e Envolvimento da proteína, caboidrato, lipídio e selênio sobre as alterações metabólicas e bioquímicas em frangos submetidos ao calor / Fabricio Hirota Hada. – – Jaboticabal, 2008
xv, 95 f. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008
Orientadora: Vera Maria Barbosa de Moraes
Banca examinadora: Luciana Thie Seki Dias, Renato Luis Furlan
Bibliografia

1. Macronutrientes. 2. Selênio. 3. Antioxidantes. 4. Estresse Térmico. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.5:612.1

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ENVOLVIMENTO DA PROTEÍNA, CARBOIDRATO, LIPÍDIO E SELÊNIO SOBRE AS ALTERAÇÕES METABÓLICAS E BIOQUÍMICAS EM FRANGOS SUBMETIDOS AO CALOR

AUTOR: **FABRICIO HIROTA HADA**

ORIENTADORA: **Dra. VERA MARIA BARBOSA DE MORAES**

Co-Orientador(a): Dr. RAMON DINIZ MALHEIROS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em ZOOTECNIA pela Comissão Examinadora:

Dr. RAMON DINIZ MALHEIROS

Dr. RENATO LUIS FURLAN

Dra. LUCIANA THIE SEKI DIAS

Data da realização: 15 de agosto de 2008.

Presidente da Comissão Examinadora
Dr. RAMON DINIZ MALHEIROS
Co-Orientador no exercício da orientação

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Fabricio Hirota Hada – nascido em São Paulo – SP, em 11 de novembro de 1982. Em março de 2002 iniciou o curso de Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal (FCAV-UNESP), concluindo-o em Julho de 2006. Em Agosto de 2006 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na FCAV-UNESP. Em Agosto de 2008 submeteu sua Dissertação de Mestrado à banca examinadora.

Perguntaram a sua santidade o Dalai Lama:

- O que mais te surpreende na Humanidade?

E ele respondeu:

- Os homens... Porque perdem a saúde para juntar dinheiro, depois perdem dinheiro para recuperar a saúde!

- E por pensarem ansiosamente no futuro, esquecem do presente de tal forma que acabam por não viver nem o presente nem o futuro. E vivem como se nunca fossem morrer e morrem como se nunca tivessem vivido!

DEDICO

A Deus por sempre me guiar em todos os momentos de minha vida, protegendo-me, dando me forças para seguir em frente e por permitir que mais esta fase da minha vida pudesse ser completada. Muito Obrigado por tudo!

OFEREÇO

Aos meus queridos pais, Takeshi Hada e Maria Yasuko Hirota Hada, por todo amor, apoio, compreensão, carinho e incentivo. Por sempre estarem presentes em todas as fases da minha vida.

Ao meu irmão Felix Hirota Hada, pelo seu apoio, amizade, paciência em todos esses anos de convivência.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À minha orientadora professora Dra. Vera Maria Barbosa de Moraes.
Pela sua orientação e incentivo durante esta etapa da minha vida, por me conceder esta oportunidade, pela sua constante ajuda e por me fornecer todas as ferramentas e ensinamentos para que este projeto se concluísse.

Ao professor Dr. Ramon Diniz Malheiros.
Por sua co-orientação neste trabalho durante estes dois anos de mestrado, pela confiança, apoio, orientação, ajuda, paciência, e por sempre estar presente na realização de todo o projeto.

AGRADECIMENTOS

Agradeço muito a minha namorada Joseli Alves Ferreira Zanato, por sempre estar presente na minha vida, me dando forças nas horas difíceis, cuidando de mim, alegrando muito a minha vida e por ser uma namorada muito carinhosa. Amo-te muito!

Aos professores doutores Renato Luis Furlan e Hirasilva Borba Alves de Sousa, pela participação na defesa do projeto e qualificação, e pelas sugestões preciosas. A professora doutora Luciana Thie Seki Dias e ao professor doutor Renato Luis Furlan por fazerem parte da banca de defesa e pelas inúmeras sugestões.

À Coodernação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

Aos amigos que muito me auxiliaram no decorrer do experimento, Janaina Della Torre Silva, Rafael Henrique Marques, Rodrigo Antonio Gravena, Vanessa Karla Silva, Joseli Alves Ferreira Zanato, Marcel Manente Boiago, Bruno Serpa Vieira, Lílian Sousa, Gustavo Henrique Piva, Karoll Andréas, Letícia Felipe, Michele, Ramiro, sem os quais a realização deste projeto não seria possível. Obrigado!

À Vanessa Karla Silva e Alan Rodrigo Panosso, pelo valioso auxílio nas estatísticas dos dados.

Aos grandes amigos de Jaboticabal conquistados durante todos estes anos, Diego, Yuri, Rita, Alan, Michel, Myrko, Vinícius, Dona Carmita e ao pequeno Yago. Obrigado pela amizade, carinho, confiança, apoio nas horas difíceis, incentivo, pelos momentos alegres. Certamente todos são muito especiais e valiosos para mim, guardarei todos em meu coração.

Aos grandes amigos que estão sempre presentes na minha vida desde a graduação, Iris Mayumi Kawauchi, Daniel De Sordi e Randy Narumoto.

Ao professor Jurandir por permitir a utilização do laboratório de Pesquisa do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária. E as técnicas Cláudia e Renata pelo auxílio nas análises sanguíneas realizadas no laboratório.

Aos funcionários da fábrica de ração Sandra, Elinho e Sr. Osvaldo, e aos funcionários do aviário experimental, Robson, Izildo e Vicente, pelo auxílio durante o trabalho de campo.

A todas as pessoas que diretamente e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, que por descuido meu não estão nominalmente citados aqui.

SUMÁRIO

Página

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Introdução 1
Estresse Térmico 2
Radicais Livres e Antioxidantes 4
Macronutrientes 6
Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS) 8
Selênio 9
Referências 11

CAPÍTULO 2 – ENVOLVIMENTO DA PROTEÍNA, CARBOIDRATO, LIPÍDIO E SELÊNIO SOBRE O DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE.

RESUMO 21
SUMMARY 22
Introdução 23
Material e Métodos 24
Resultados 28
Discussão 32
Conclusões 41
Referências 41

CAPÍTULO 3 – ENVOLVIMENTO DOS MACRONUTRIENTES E SELÊNIO SOBRE AS ALTERAÇÕES METABÓLICAS E BIOQUÍMICAS DE FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS A ESTRESSE POR CALOR.

RESUMO 49
SUMMARY 50
Introdução 51
Material e Métodos 53
Resultados e Discussão 58
Análise dos parâmetros sanguíneos de 14 a 42 dias de idade 58

Parâmetros sangüíneos de frangos de corte com 28, 35, 42 dias de idade, submetidos a estresse térmico 67
Indicadores relacionados aos radicais livres em frangos de corte de 42 dias de idade, submetidos a estresse por calor 81
Conclusões 88
Referências 88

ÍNDICE DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 2

Tabela 1.Temperatura e umidade máximas e mínimas durante o período experimental 25

Tabela 2. Composição percentual e calculada das dietas experimentais de acordo com os tratamentos.....27

Tabela 3. Peso corporal (PC), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte de 7 a 28 dias de idade 28

Tabela 4. Peso corporal (PC), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte de 7 a 35 dias de idade 29

Tabela 5. Desdobramento da interação entre ração e selênio para VC de frangos de corte de 35 dias de idade 30

Tabela 6. Peso corporal (PC), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte de 7 a 42 dias de idade 30

Tabela 7. Rendimento de carcaça (Carcaça), peito, coxa + sobrecoxa (Co+So), asas e de gordura abdominal (GA) de frangos de corte aos 42 dias de idade ...31

Tabela 8. Desdobramento da interação entre ração e selênio para asas de frangos de corte de 42 dias de idade 32

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Composição percentual e calculada das dietas experimentais de acordo com os tratamentos.....54

Tabela 2. Temperatura e umidade máximas e mínimas durante o período experimental 55

Tabela 3. Parâmetros sanguíneos: glicose, triglicérides, ácido úrico e creatina quinase (CK) de frangos de corte de 14 a 42 dias de idade 59

Tabela 4. Desdobramento da interação entre ração e dia para glicose de frangos de corte 60

Tabela 5. Desdobramento da interação entre ração e dia para ácido úrico de frangos de corte 60

Tabela 6. Desdobramento da interação entre ração e dia para creatina quinase (CK) de frangos de corte.....60

Tabela 7. Parâmetros sanguíneos: glicose, triglicérides, ácido úrico e creatina quinase (CK) de frangos de corte de 28 dias, submetidos a estresse por calor ...67

Tabela 8. Desdobramento da interação entre ração e estresse para glicose de frangos de corte de 28 dias de idade, submetidos a estresse por calor.....68

Tabela 9. Desdobramento da interação entre ração e estresse para triglicérides de frangos de corte de 28 dias de idade, submetidos a estresse por calor..68

Tabela 10. Desdobramento da interação entre ração e estresse para ácido úrico de frangos de corte de 28 dias de idade, submetidos a estresse por calor..69

Tabela 11. Desdobramento da interação entre estresse e selênio para ácido úrico de frangos de corte de 28 dias de idade, submetidos a estresse por calor..69

Tabela 12. Parâmetros sanguíneos: glicose, triglicérides, ácido úrico e creatina quinase (CK) de frangos de corte de 35 dias submetidos a estresse por calor 70

Tabela 13. Desdobramento da interação entre ração e estresse para glicose de frangos de corte de 35 dias de idade, submetidos a estresse por calor.....71

Tabela 14. Desdobramento da interação entre ração e selênio para CK de frangos de corte de 35 dias de idade, submetidos a estresse por calor.....72

Tabela 15. Parâmetros sanguíneos: glicose, triglicérides, ácido úrico e creatina quinase (CK) de frangos de corte de 42 dias submetidos a estresse por calor 73

Tabela 16. Desdobramento da interação entre ração e estresse para triglicérides de frangos de corte de 42 dias de idade, submetidos a estresse por calor..74

Tabela 17. Catalase, superoxido dismutase, glutationa peroxidase e TBARS em frangos de corte de 42 dias submetidos a estresse por calor 81

Tabela 18. Desdobramento da interação entre ração e estresse para catalase de frangos de corte de 42 dias de idade, submetidos a estresse por calor..82

Tabela 19: Desdobramento da interação entre ração e selênio para TBARS de frangos de corte de 42 dias de idade, submetidos a estresse por calor.....83

Tabela 20: Desdobramento da interação entre ração e estresse para TBARS de frangos de corte de 42 dias de idade, submetidos a estresse por calor.....83

ENVOLVIMENTO DA PROTEÍNA, CARBOIDRATO, LIPÍDIO E SELÊNIO SOBRE AS ALTERAÇÕES METABÓLICAS E BIOQUÍMICAS EM FRANGOS SUBMETIDOS AO CALOR.

RESUMO – O objetivo do trabalho foi averiguar quais seriam as possíveis alterações metabólicas e bioquímicas, principalmente relacionadas à capacidade anti-oxidante muscular, quando frangos de corte são submetidos a diferentes alterações nos macronutrientes e da adição do selênio na dieta, bem como o desempenho de frangos de corte ao serem submetidas ao estresse térmico de calor de forma aguda. Foram utilizados pintos de corte de um dia de idade, criados até o 7º dia com dieta comercial, no 8° dia as aves foram submetidas às dietas experimentais. A alteração realizada na proteína causou maior influência sobre o desempenho e nos cortes comerciais, quando comparados com as alterações no carboidrato e lipídeo. A adição de selênio influenciou positivamente a viabilidade criatória em aves arraçoadas com baixa proteína, porém não influenciou o rendimento de carcaça, peito, coxa+sobre-coxa. Estas alterações causam alterações metabólicas e bioquímicas nos frangos, sendo que o nível protéico causou grande impacto sobre os níveis de triglicérides e ácido úrico. Frangos submetidos a estresse por calor apresentaram alterações nas concentrações dos metabólitos plasmáticos, e na atividade da catalase em aves arraçoadas com diferentes alterações na dieta. A adição de selênio não influenciou os parâmetros sanguíneos dos 14 aos 42 dias de idade, porém houve influência no ácido úrico aos 28 dias, triglicérides, ácido úrico e CK aos 35 dias e para glicose aos 42 dias quando as aves foram submetidas a estresse por calor. Mas não houve efeito sobre a catalase, superóxido dismutase e glutationa peroxidase, mas observou-se influência sobre o TBARS.

Palavras-Chave: antioxidantes, desempenho, frangos de corte, macronutrientes, selênio, TBARS

THE ENVOLVEMENT OF PROTEIN, CARBOHYDRATE, LIPIDES OVER BOTH THE METABOLIC AND BIOCHEMICAL ALTERATIONS IN BROILER CHICKEN SUBMITTED TO HEAT

SUMMARY: The objective of the work was to check out which would be the possible metabolic and biochemical alterations, mainly those concerning the muscular anti-oxidant capacity as a broiler chicken is submitted to different changes in the nutrients, and the addition of selenium in the diet, as well as the performance of the broiler chicken being submitted to an acute heating stress. It was used broilers with one day of life, raised up to their seventh day with a conventional diet at the eight; the birds were submitted to experimental diets. The change brought about in protein impacted somewhat the performance and the commercial cuts, if compared with the alterations in the carbohydrate and lipids. The selenium addition influenced positively the breeding viability in birds feed with low protein, however the influences over the carcass yield, trunk and legs were not significant. This different changes gave rise to both metabolic and biochemical in broiler. The protein levels offered great impact on the levels of uric acid, triglycerides. Broilers submitted to stress due to heat presented alterations in the concentrations of the plasmatic metabolites, and also in the catalase in birds fed with different alterations in their diets. The addition of the selenium didn't influence the sanguineous parameters from the 14th to the 42nd days of age. However, there was a change in the uric acid at the 28 days, triglycerides, uric acid and CK at the 35th days. As to the glucose, at the 42nd days as the birds were stressed by the heat. However did not alter the catalase enzymes, superóxide dismutase and glutationa peroxidase but an influence was held once the TBARS.

Key-words: antioxidants, broiler chicken, macronutrients, performance, selenium, TBARS

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Introdução

A elevada temperatura ambiente é considerada um potencial estressor, prejudicando o equilíbrio existente entre a formação dos radicais livres, e a produção de antioxidantes nos frangos de corte (WOLFENSON et al., 1979; DONKOH, 1989), ou seja, esta estimula a produção das chamadas espécies reativas ao oxigênio (ROS – *reative oxygen species*), o que resulta em um desbalanço entre o sistema de defesa antioxidante e a oxidação, causando peroxidação lipídica, danos a proteínas e DNA (HALLIWELL & GUTTERIDGE, 1989; DRÖGE, 2002), o que caracteriza o chamado estresse oxidativo.

Quando os níveis das espécies reativas ao oxigênio (ROS) ultrapassam a capacidade antioxidante dos tecidos e dos fluidos corporais é possível que estes danifiquem macromoléculas biológicas, o que leva a danos celulares, disfunções, prejudicando a produtividade (MATES et al., 1999; OZTURK & GUMUSLU, 2004).

Há diversos sistemas de defesa, chamados de sistemas de defesa antioxidante, ou abreviadamente, antioxidantes. Estes agem "recolhendo" as espécies reativas ao oxigênio e/ou bloqueando a peroxidação "chain reaction", e eventualmente inibindo a peroxidação lipídica. (HALIFEOGLU, et al., 2003), Enzimas endógenas antioxidantes como a catalase, superóxido dismutase e glutationa peroxidase, exercem um papel importante no "recolhimento" dos radicais oxidativos (SPURLOCK & SAVAGE, 1993), e são considerados marcadores na avaliação do estresse oxidativo.

Na natureza há milhares de compostos que possuem capacidade antioxidante, reagindo com os radicais livres. Neste sentido o selênio possui uma ótima capacidade de oxirredução, o que faz com que esta característica seja de fundamental importância na atuação no centro ativo da enzima glutationa-peroxidase, responsável pela eliminação dos radicais livres produzidos pelo organismo (ORTOLANI, 2002).

Entre todos os modos possíveis que tem como objetivo, reduzir os efeitos que a alta temperatura ambiente causa em frangos de corte, o preferido e mais praticado é a modificação da dieta oferecida aos animais (MAINI et al., 2007). Sabe-se que a

ingestão de proteínas acima dos requerimentos ou a suplementação de aminoácidos em dietas não balanceadas, aumentam o catabolismo protéico com o concomitante aumento da produção de calor, o que vai aumentar ainda mais o estresse calórico da ave, quando submetida a altas temperaturas. WALDROUP (1982); HRUBY et al. (1994); HRUBY et al. (1995); CHENG et al. 1997 a,b; CHENG et al. (1999) recomendaram a redução da proteína nas dietas das aves, porém fazendo-se o balanceamento dos aminoácidos essenciais, como forma de reduzir o incremento calórico do alimento durante altas temperaturas. O incremento calórico da dieta também pode ser reduzido pelo uso de gordura como fonte de energia em substituição ao carboidrato (NJOKU & NWAZOTA, 1989). Entretanto este efeito de substituição de gordura por carboidrato é mais evidente em altas temperaturas do que em baixas temperaturas (LIPSTEIN & BORNSTEIN, 1975).

Na literatura há poucos trabalhos avaliando os efeitos da alteração dos macronutrientes da dieta (proteína, carboidrato e lipídio), sobre os parâmetros humorais e musculares. MALHEIROS et al. (2003), estudando a substituição pareada destes macronutrientes, concluíram que a substituição do carboidrato por gordura em uma dieta isoenergética, não teve efeito marcante nos níveis metabólicos plasmáticos, sendo que a proteína teve um grande impacto sobre o desempenho e na regulação endócrina do metabolismo intermediário.

Neste sentido foi realizado um experimento com o objetivo de averiguar quais seriam as possíveis alterações metabólicas e bioquímicas, principalmente relacionadas à capacidade anti-oxidante muscular, quando frangos de corte são submetidos a diferentes alterações nos macronutrientes e da adição do selênio (Se) na dieta, bem como o desempenho de frangos de corte ao serem submetidas ao estresse térmico de calor de forma aguda.

Estresse Térmico

A temperatura ambiente é considerada um fator de fundamental importância para se obter uma ótima produtividade, pois temperaturas elevadas influenciam de forma negativa a produção de frangos de corte (TEETER et al., 1985; SANDERCOCK et al.,

2001), os quais são classificados como homeotérmicos, portanto, necessitam manter a temperatura corporal dentro de uma faixa estreita, onde suas funções orgânicas são desempenhadas com maior eficiência (FURLAN & MACARI, 2002). Assim dentro da zona de conforto térmico que é definida como a faixa de temperatura ambiente, onde a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com o menor gasto energético possível, a parte da energia metabolizável utilizada para termogênese é mínima e a energia líquida de produção é considerada máxima (FURLAN, 2006).

Quando a temperatura ambiente ultrapassa 24ºC e permanece por longos períodos, como normalmente ocorre no verão, as aves consomem menos ração e conseqüentemente, a produção de ovos ou de carne será afetada.

Durante o estresse calórico podem ocorrer mudanças comportamentais, fisiológicas, hormonais e moleculares (ETCHES et al., 1995). Uma alteração normal no comportamento se refere à ofegação do animal que leva à hiperventilação, abertura das asas, manutenção do corpo em contato com superfícies frias, e a redução da atividade física, sendo que através destes comportamentos a ave utiliza mecanismos de perda de calor sensível e latente. A perda de calor sensível ocorre através de mecanismos não evaporativos, como a radiação, convecção e condução, ou seja, para perder calor a ave aumenta sua área de superfície corporal, induz piloereção e aumenta o fluxo sangüíneo para os tecidos periféricos não cobertos com penas (pés, crista e barbela), trocando assim calor sensível com o meio ambiente (FURLAN, 2006). Já a perda de calor latente ocorre por evaporação principalmente através do trato respiratório, pois os frangos não possuem glândulas sudoríparas. Esse tipo de perda independe da temperatura do meio ambiente onde a ave se encontra, dependendo simplesmente do gradiente de umidade, sendo assim em ambiente com umidade relativa elevada esta perda ocorre com dificuldade (FARIA FILHO, 2003). O resfriamento evaporativo é considerado a principal forma de perda de calor em ambientes quentes, isto porque as aves possuem a capacidade de aumentar sua freqüência respiratória em até 10 vezes. Sabe-se que para evaporar 1g de água são necessárias 550 calorias, assim quanto maior esta freqüência respiratória maior será quantidade de calor dissipada para o meio ambiente (FURLAN, 2006).

Ao ser submetido a estresse por calor, a primeira resposta dos frangos de corte é a redução no consumo de ração (GERAERT et al., 1996) objetivando não aumentar o incremento calórico. Como resultado deste comportamento, a ave passa a ingerir menor quantidade de nutrientes e consome mais água na tentativa de perder calor. Com esta redução no consumo de alimento, menor quantidade de nutrientes passa a estar disponível para o organismo animal, reduzindo o crescimento e o desempenho.

Porém todas estas alterações comportamentais só são possíveis quando a temperatura corporal está entre 24 e 30°C, acima desta temperatura a ave passa a ser incapaz de manter a temperatura corporal que tende a se elevar. Neste ponto as mudanças bioquímicas e fisiológicas começam a ocorrer. Segundo SAHIN & KUÇUK (2001); YAHAV & PLAVNIK (1999) em frangos é observado que durante o estresse térmico ocorrem mudanças no metabolismo dessas aves tais como, nos níveis de glicose, triglicérides e ácido úrico.

Segundo ANDO et al. (1997), o estresse por calor aumenta a formação de oxido-radicais, provavelmente através da ruptura dos agrupamentos de transporte eletrônico da membrana. LIN et al. 2006 em seu trabalho, concluíram que frangos de corte de 42 dias podem ser induzidos à condição de estresse oxidativo através da exposição ao calor por 6 horas (32°C), os resultados da pesquisa sugerem que a temperatura corporal elevada, pode induzir a mudanças metabólicas, que estão envolvidas com o processo de estresse oxidativo.

Radicais Livres e Antioxidantes

Os radicais livres são componentes químicos cuja parede externa possui um elétron instável conferindo certo grau de instabilidade energética e cinética. Os radicais livres procuram atingir a estabilidade perdendo o elétron instável (redução) ou obtendo outro elétron (oxidação) (BOTTJE & WIDEMAN, 1995; PIERREFICHE & LABORIT, 1995).

A maioria dos radicais livres produzidos e seus metabólitos ativos podem ser agrupadas, no grupo chamado de “espécies reativas ao oxigênio” ou também conhecidas como ROS. Quando formado esses radicais livres danificam proteínas,

lipídios e DNA. Ao prejudicar as proteínas, estas moléculas causam uma modificação no transporte iônico e alteram a atividade da enzima prejudicando a sua transcrição. A peroxidação dos ácidos graxos polinsaturados (PUFA), levam a uma alteração na composição, estrutura e em propriedades como, por exemplo, a permeabilidade da membrana. Alterações no DNA acarretam erros na transcrição, inibição da síntese protéica, e causam mutações (KARADAS & SURAI, 2004).

Aproximadamente 4% do consumo de oxigênio mitocondrial é convertido, por simples transferência de elétron, para a formação de radical super-óxido (BANDY & DAVISON, 1990). É estimado que uma única célula viva de um organismo pode ser exposta a 10^{10} moléculas de radical super-óxido por dia (AMES et al., 1993), isto equivale a produção de 1,75kg de radical super-óxido por um humano de 70 kg durante um ano (FREI, 1994). Seguindo este raciocínio, pode-se aferir que um frango de 49 dias de idade produz de 2 a 5 gramas de radical super-óxido (BOTTJE & WIDEMAN, 1995). MUJAHID et al. (2005) demonstraram que quando frangos foram submetidos ao estresse por calor responderam com aumento da produção de radical super-óxido no músculo esquelético. O radical super-óxido é convertido pela reação de Fenton/Haber Weiss. Assim, quanto maior for a taxa metabólica, maior será a taxa de produção de oxigênio reativo dentro da mitocôndria (QUIROGA DE et al., 1992).

Os principais radicais livres envolvidos na oxidação lipídica são: anion superóxio (O_2^-) e o radical hidroxil (HO), derivado do oxigênio e o óxido nítrico (NO) derivado do nitrogênio (FELLENBERG & SPEISKY, 2006).

As células vivas possuem diversos mecanismos de proteção contra os processos oxidativos, o que inclui duas categorias de antioxidantes: a primeira é composta de antioxidantes de prevenção, a segunda categoria é formada pelos antioxidantes denominados “chain-breaking” (HALLIWELL & GUTTERIDGE, 1989). A categoria de prevenção é composta pelas enzimas catalase, superoxido dismutase, sendo que a glutadiona peroxidase (GSH-Px) é considerada a principal enzima de prevenção (HALLIWELL et al., 1995), cujas funções são a de reduzir os hidroperóxidos lipídicos em seus álcoois (URSINI & BINDOLI, 1987). A categoria dos antioxidantes “chain-breaking” são compostos pelo alfa-tocoferol (vitamina E), ácido ascórbico (vitamina C) e

o beta-caroteno, tendo com função “limpar” (*scavenging*) os radicais livres, e juntamente com os antioxidantes preventivos, prevenir ou retardar o processo de peroxidação lipídica (HALLIWELL & GUTTERIDGE, 1989; HALLIWELL et al., 1995). Por exemplo, a vitamina E reage com o radical peróxido de hidrogênio, produzindo dessa reação o hidroperóxido e a vitamina E oxidada. (KARADAS & SURAI, 2004).

Macronutrientes

Nutrientes são substâncias químicas presentes nos alimentos que nutrem o organismo, sendo que muitos destes nutrientes podem ser sintetizados, e caso não possam ser produzidos pelo organismo recebem a denominação de essenciais, havendo necessidade de sua ingestão pela dieta. Estes incluem os aminoácidos que provém das proteínas, ácidos graxos vindos das gorduras e óleos, os minerais e as vitaminas.

Os nutrientes são divididos em duas categorias: os macronutrientes e os micronutrientes. Aqueles requeridos em maiores quantidades como a proteína, gordura e o carboidrato, são denominados de macronutrientes, cuja função é fornecer energia e os componentes necessários para o crescimento, manutenção e atividade do organismo. Já os micronutrientes são necessários em pequenas quantidades, de miligramas a microgramas (vitaminas e minerais).

Há poucos trabalhos na literatura que levam em consideração de que ao se alterar o nível de um macronutriente específico (proteína, carboidrato e lipídio) na ração, os outros dois também são afetados. Isto faz com que se torne difícil atribuir a interpretação do efeito observado a um macronutriente específico.

Levando em consideração o ponto de vista anterior, MALHEIROS et al. 2003, estudando os efeitos dos macronutrientes sobre o funcionamento endócrino, e o metabolismo intermediário em frangos de corte, verificaram que animais alimentados com dietas com baixo nível de proteína, apresentaram um reduzido ganho corporal, consumo e conversão alimentar, quando comparados aos tratamentos com dietas com baixo carboidrato e baixo lipídio. Com relação às análises do plasma sanguíneo, os níveis de glicose e atividade da creatina kinase (CK), não foram influenciadas pelas

composições das dietas fornecidas. Frangos alimentados com dietas contendo baixa proteína apresentaram menores níveis de ácido úrico, o que é um indicativo de reduzido catabolismo protéico devido à baixa ingestão deste. Estes frangos em contrapartida tiveram os maiores níveis de triglicérides, estando de acordo com a sua alta deposição de gordura.

Nesta mesma linha de raciocínio, SWENNEN et al. (2005) ao estudar os efeitos da substituição isocalórica entre gordura e proteína na dieta, sobre as funções endócrinas e no metabolismo intermediário dos nutrientes em frangos de corte, concluiu que a proporção dos macronutrientes da dieta tem grande efeito sobre o metabolismo da energia, proteína e lipídio. Induzindo mudanças na composição corporal, produção de calor, partição da energia entre a gordura e proteína, cujos efeitos também se refletiram nos níveis sanguíneos dos hormônios e metabólitos intermediários.

Em seu trabalho COLLIN et al. (2003), observaram que dietas com baixa proteína resultam em frangos com menor peso corporal e consumo de ração, quando comparado com dietas de baixo lipídio e baixo carboidrato (dietas isocalóricas), concluindo que o conteúdo dos macronutrientes da dieta, em especial o conteúdo protéico, regulam a deposição de gordura e proteína nestas aves.

SWENNEN et al. (2004) realizaram um trabalho com o objetivo de investigar os efeitos da proporção dos macronutrientes (proteína e lipídio) na dieta, sobre o metabolismo lipídico, energético, protéico, na indução da termogênese pela dieta e regulação do consumo. Os autores observaram que frangos de corte arraçoados com dietas com baixo teor protéico, apresentaram menor peso corporal a partir da segunda semana, um maior consumo de ração, assim como um significante aumento da produção de calor e retenção de gordura, o qual está relacionado ao excessivo consumo de energia relacionado ao consumo de proteína, indicando que uma substituição isocalórica de gordura para proteína tem um forte efeito sobre o crescimento e no balanço energético e protéico nessas aves.

Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)

As substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico ou também conhecidas como TBARS (*Thiobarbituric acid reactive substances*), tem como finalidade indicar o grau de oxidação da gordura dos tecidos.

CORTINAS et al. (2005) verificaram que frangos submetidos a dietas com altos níveis de ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) e alfa-tocoferol, apresentaram maiores valores de TBARS nas carnes cozidas e cozidas refrigeradas do que nas carnes cruas e carnes cruas refrigeradas, mostrando os efeitos da dieta na oxidação lipídica. Os autores ainda relataram que o aumento dos níveis de poli-insaturados da dieta, acarretou aumento linear nos níveis de TBARS, porém este aumento foi menor quando associado ao alfa-tocoferol.

Ao estudar a adição de níveis crescentes de alfa-tocoferol na ração de frangos de corte, GUO et al. 2001 concluíram que há uma correlação positiva entre a suplementação deste antioxidante e seus níveis plasmáticos ou hepáticos, e uma correlação negativa com os níveis de TBARS. Os dados da pesquisa demonstram que a suplementação provocou uma melhora na capacidade de anti-peroxidação dos tecidos do fígado, cujo menor nível de peroxidação pertence aos frangos arraçoados com 100 mg de alfa-tocoferol por kg de ração.

Os radicais livres são os mediadores do processo de oxidação do colesterol e dos lipídios, especialmente os PUFA's (*Polyunsaturated Fatty Acid*) (FRANKEL, 1984; SMITH, 1987; PORTER et al., 1995). A oxidação produz hidroperóxidos como produtos preliminares, e estes são decompostos em produtos secundários como os aldeídos (FRANKEL, 1984; FRANKEL, 1983; PORTER et al., 1995). MARASCHIELLO et al. (1999) fornecendo dietas com diferentes fontes de gordura (gordura animal, óleo de girassol e óleo de oliva) e suplementados com 200 mg/kg de alfa-tocoferol, concluíram que frangos de corte arraçoados com rações suplementadas, aumentaram a estabilidade oxidativa na carne. A adição de vitamina E mais o óleo de oliva como fonte de gordura na ração, demonstrou elevados valores de TBARS tantos nas carnes cruas como nas cozidas, quando comparado aos resultados dos frangos alimentados com

alfa-tocoferol e gordura animal. Portanto o tratamento com melhor desempenho reduziu a produção de produtos secundários vindos da oxidação do colesterol e dos lipídios.

LIN et al. 2006 ao estudarem a relação entre a indução do estresse oxidativo e respostas metabólicas sobre a condição de estresse calórico em frangos de corte, verificaram um aumento nos valores de TBARS no plasma e no fígado em frangos de corte que foram submetidos a estresse por calor durante 6 horas (32°C), quando comparados ao tratamento controle (temperatura normal). Isto indica que houve um desequilíbrio entre a geração e redução dos antioxidantes, consequentemente aumento do estresse oxidativo.

Selênio

Existem milhares de compostos na natureza que possuem propriedades anti-oxidantes, capazes de reagir com os radicais livres, podendo ser lipossolúveis (vitamina E, carotenóides etc.) ou hidrossolúveis (ácido ascórbico, glutationa, bilirrubina, etc.), estes são sintetizados no organismo ou ingeridos através da alimentação ou ração, tendo como exemplo o selênio. O selênio (Se) na forma de selenocisteína é parte essencial de uma família de enzimas antioxidantes denominadas glutadiona peroxidases (GSH-Px) e tiorredoxina redutases. Desta forma, o organismo animal somente é capaz de sintetizar enzimas antioxidantes quando há um aporte adequado de selênio e outros metais como o zinco, cobre, manganês e ferro os quais fazem parte de outras famílias de enzimas. As deficiências desses elementos causam estresse oxidativo e dano nas moléculas e membranas biológicas (KARADAS & SURAI, 2004). A função primária das enzimas GSH-Px é de desintoxicar o peróxido de hidrogênio e converter hiperhidróxidos lipídicos a álcoois não tóxicos. (JENKINSON et al., 1982).

O selênio é caracterizado por possuir uma capacidade versátil de oxiredução, sendo esta característica de fundamental importância para sua atuação no centro ativo da enzima glutadiona-peroxidase, responsável pela eliminação dos peróxidos, ou seja, radicais livres (ORTOLANI, 2002). Este mineral atua também como parte integrante de enzimas como a iodotironina-deiodinase, responsável pela conversão da tiroxina para a sua forma ativa. (MCDONALD et al., 2002).

Segundo COMBS (2001), a deficiência de selênio está associada com o enfraquecimento da proteção antioxidante e produção de energia como conseqüência da expressão sub-ótima de uma ou mais enzimas que contém selênio, como a GSH-Px e deiodinase. Esse enfraquecimento não somente pode causar sinais de deficiência clássica, mas também pode contribuir com problemas de saúde causada por estresse oxidativo fisiológico e ambiental. Sua falta em combinação com o baixo suprimento de vitamina E, é responsável pelo desenvolvimento de uma grande gama de doenças incluindo a diátese exudativa (NOGUCHI et al., 1973; BARTHLOMEW et al., 1998), encefalomalácia nutricional (CENTURY & HORWITT, 1964; COMBS & HADY, 1991) e atrofia pancreática nutricional (THOMPSON & SCOTT, 1969; 1970; CANTOR et al., 1975).

A suplementação de selênio nas rações de aves tornou-se um procedimento rotineiro. Desde 1974, quando o FDA (*Food and Drug Administration*) aprovou o uso do selênio como suplemento para a ração animal, o selenito de sódio (Na_2SeO_3) tornou-se a principal fonte de suplementação de selênio nas dietas de aves (LEESON & SUMMERS, 1991). Outras fontes de selênio inorgânico são o selenato de sódio e o selenato de cálcio (ECHEVARRIA et al., 1988a,b).

Atualmente, existem os minerais incorporados a moléculas orgânicas, onde são ligados a aminoácidos ou peptídeos. Normalmente, os minerais complexados são produzidos pela hidrólise inicial da fonte de proteína, que resulta na formação de um hidrolisado contendo uma combinação de aminoácidos e peptídeos de determinados comprimentos de cadeia. Sob condições adequadas, a reação de um sulfato metálico com este hidrolisado resulta na formação de complexos contendo íons metálicos quelatados. Tais minerais também podem ser sintetizados através da biossíntese, como ocorre na formação da selenometionina e selenocisteína, neste caso, utiliza-se um meio contendo selênio inorgânico e leveduras. A levedura incorpora o selênio ao invés do enxofre na metionina ou cisteína (HYNES & KELLY, 1995).

Os minerais incorporados a moléculas orgânicas são capazes de utilizar vias de captação de peptídeos ou aminoácidos, ao invés das vias normais de captação de íons no intestino delgado. Isto evita a competição entre minerais pelo mesmo transportador.

Além de apresentarem maior biodisponibilidade, tais minerais são mais prontamente transportados e a absorção intestinal é maior. Além disso, são mais estáveis e protegidos bioquimicamente das reações adversas com outros nutrientes da dieta, que poderiam reduzir a taxa de absorção dos mesmos (CLOSE, 1998).

Referências

AMES, B.M.; SHIGENAGA, M.K.; HAGEN, T.M. Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. **Proceedings of the National Academy Science of the United States of America**, Washington, v.90, n.17, p.7915-7922, 1993.

ANDO, M.; KATAGIRI, K.; YAMAMOTO, S.; WAKAMATSU, K.; KAWAHARA, I.; ASANUMA, S.; USUDA, M.; SASAKI K. Agerelated effects of heat stress on protective enzymes for peroxides and microsomal monooxygenase in rat liver. **Environmental Health Perspectives,** v.105, n.7, p.726–733, 1997.

BANDY, B.; DAVISON, A. Mitocondrial mutations may increase oxidative stress: implications for carcinogenesis and aging? **Free Radical Biology & Medicine**, New York, v.8, n.6, p.523-539, 1990.

BARTHOLOMEW, A.; LATSHAW, D.; SWAYNE, D.E. Changes in blood chemistry, hematology, and histology caused by a selenium/vitamin E deficiency and recovery in chicks. **Biolological Trace Element Research**, Clifton, v.62, n.1-2, p.7-16, 1998.

BOTTJE, W.G.; WIDEMAN, R.F. Potential role of free radicals in the pathogenesis of pulmonary hypertension syndrome. **Poultry Avian Biology Reviews**, Northwood, v.6, n.1, p.211-231, 1995.

CANTOR, A.H.; LANGEVIN, M.L.; NOGUCHI, T.; SCOTT, M.L. Efficacy of selenium compounds and feedstuffs for prevention of pancreatic fibrosis in chicks. **Journal of Nutrition**, Baltimore, v.105, n.1, p.106-111, 1975.

CENTURY, B.; HORWITT, M.K. Effect of dietary selenium on incidence of nutritional encephalomalacia in chicks. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, Baltimore v.117, n.1, p.320-322, 1964.

CHENG**,** T.K.; HAMRE, M.L.; COON, C.N. Effect of environmental temperature, dietary protein, and energy levels on broiler performance. **Journal Applied of Poultry Research,** London, v.6, n.1, p.1-17, 1997a.

CHENG, T.K.; HAMRE, M.L.; COON, C.N. Responses of broilers to dietary protein levels and amino acid supplementation to low protein diets at various environmental temperatures. **Journal Applied of Poultry Research,** London, n.1, v.6, p.18-33, 1997b.

CHENG, T.K.; HAMRE, M.L., COON, C.N. Effect of constant and cyclic environmental temperatures, dietary protein, and amino acid levels on broiler performance. **Journal Applied of Poultry Research,** London, v.8, n.4, p.426-439, 1999.

CLOSE, W.H. The role of trace mineral proteinates in pig nutrition. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 14., 1998, Nottinghan. **Proceedings...**, Nottinghan: Nottinghan University Press, 1998, p.469-376.

COLLIN, A.; MALHEIROS, R.D.; MORAES, V.M.B.; AS. V. P.; DARRAS, V. M.; TAOUIS, M.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. Effects of dietary macronutrient content on energy metabolism and uncoupling protein mRNA expression in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.90, n.2, p.261–269, 2003.

COMBS, G.F.; HADY, M.M. Selenium involved with vitamin E in preventing encephalomalacia in the chick. **Faseb Journal.**, Bethesda, v.5, n.4**,** p.75, 1991.

COMBS JR., G.F. Selenium in global food systems, Review article**. British Journal of Nutrition,** Cambridge, v.85, n.5, p.517-547, 2001.

CORTINAS, L.; BARROETA, A.; VILLAVERDE, C.; GALOBART, J.; GUADIOLA, F.; BAUCELLS, M. D. Influence of dietary polyinsaturation level on chicken meat quality: lipid oxidation. **Poultry Science**, Champaign, v.84, n.1, p.48-55, 2005.

DONKOH A. Ambient temperature: a factor affecting performance and physiological response of broiler chickens. **International Journal of Biometeorology**, Berlin, v.33, n.4, p.259-265, 1989.

DRÖGE, W. Free radicals in the physiological control of cell function. **Physiological Reviews**, Bethesda, v.82, n.1, p.47–95, 2002.

ECHEVARRIA, M.G.; HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B.; ROA, P.V.; MILES, R.D**.** Estimation of the relative bioavailability of inorganic selenium sources for poultry. 1. Effect of time and high dietary selenium on tissue selenium uptake. **Poultry Science**, Champaign, v. 67, n.9, p. 1295-1301, 1988a.

ECHEVARRIA, M.G.; HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B.; ROA, P.V.; MILES, R.D. Estimation of the relative bioavailability of inorganic selenium sources for poultry. 2. Tissue uptake of selenium from high dietary selenium concentrations. **Poultry Science**, Champaign, v. 67, n.11, p. 1585-1592, 1988b.

ETCHES, R.; JOHN, J.M. GIBBINS, A.M.V. Behavioural, physiological, neuroendocrine and molecular responses to heat stress. In: DAGHIR, N. J. (Ed.) **Poutry production in hot climates.** Wallingford: CAB International, 1995, p.31-65.

FARIA FILHO, D.E. **Efeito de dietas com baixo teor protéico, formuladas usando o conceito de proteína ideal, para frangos de corte criados em temperaturas fria, termoneutra e quente.** 2003. 93f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

FELLENBERG, M.A.; SPEISKY, H.; Antioxidants: their effects on broiler oxidative stress and its meat oxidative stability. **World's Poultry Science Journal**, London, v.62, n.1, p.53-70, 2006.

FRANKEL, E.N. Volatile lipid oxidation products. **Progress in Lipid Research**, v.22, n.1, p.1-33, 1983.

FRANKEL, E.N. Chemistry of free radical and singlet oxidation of lipids. **Progress in Lipid Research**. v.23, n.4, p.197-221, 1984.

FREI, B. Reactive oxygen species and antioxidant vitamins: Mechanisms of action. **American Journal of Medicine**, Newton, v.97, n.3A, p.5S-13S, 1994.

FURLAN, R.L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte.** 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002, p.209-230.

FURLAN, R.L.; Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 2006, Chapecó. **Anais eletrônicos**. Disponível em

www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=publicacoes&cod_publicacao=779- Acesso em: 8 nov, 2007.

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

GUO, Y.; TANG, Q.; YUAN, J.; JIANG, Z. Effects of supplementation with vitamin E on the performance and the tissue peroxidation of broiler chicks and the stability of thigh meat against oxidative deterioration. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.89, n.3-4, p.165-173, 2001.

HALIFEOGLU, I.; KARATAS, F.; CANATAN, H.; COLAK, R.; KARADAS, E. Investigation of antioxidant vitamins (A, E and C) and selenium levels in chickens receiving estrogen or testosterone. **Cell Biochemistry Function**; Chichester, v.21, n.2, p.133–136, 2003.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J.M.C. **Free radicals in biology and medicine**, 2nd ed. Oxford: Clarendon, 1989.

HALLIWELL, B.; MURCIA, M.A.; CHIRICO, S.; ARUOMA, O.I. Free radicals and antioxidants in food and *in vivo*: what they do and how they work. **Critical Reviews in Food Science and Nutition**, Cleveland, v.35, n.1/2, p.7-20, 1995.

HRUBY, N.; HAMRE, M.L.; COON, C.N. Growth modeling as a toll for predicting amino acid requirements of broilers. **Journal Applied of Poultry Research,** London, v.3, n.4, p.403-415, 1994.

HRUBY, N.; HAMRE, M.L.; COON, C.N. Predicting amino acid requirements for broilers at 21.1ºC and 32.2ºC. **Journal Applied of Poultry Research,** London, v.4, n.4, p.395-401, 1995.

HYNES, M.J.; KELLY, P. Metal ions, chelates and proteinates. In: ANNUAL SYMPOSIUM OF BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 11., 1995, Nottingham, **Proceedings…** Nottinghan: Nottinghan University Press, UK, 1995, p. 233-248.

JENKINSON, S.G.; LAWRENCE, R.A.; BURK, R.F.; WILLIAMS, D.M. Effects of copper deficiency on the activity of the selenoenzyme glutathione peroxidase on excretion and tissue retention of 75 SeO3. **Journal of Nutrition**, Baltimore, v.112, n.1, p.197–204, 1982.

KARADAS, F.; SURAI, P.F. Interações entre selênio e vitamina E: será que 1+1 é igual a mais de 2? Re-imaginando a indústria de alimentação animal. In: Simpósio Brasileiro Alltech, 2004, Curitiba, **Anais…** Curitiba: Alltech Biotechnology, 2004, p.56-73.

LEESON, S.; SUMMERS. J.D. **Commercial poultry nutrition.** Guelph: University Books, 1991. p.238.

LIN, H.; DECUYPERE, E.; BUYSE. J.; Acute heat stress induces oxidative stress in broiler chickens. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part A, New York, v.144, n.1, p.11–17, 2006.

LIPSTEIN, B.; BORNSTEIN, S. Extra-caloric properties of acidulated soybean-oil soapstock for broilers during hot weather. **Poultry Science**, Champaign, v.54, n.2, p.396-404, 1975.

MAINI, S.; RASTOGI, S.K.; KORDE, J.P.; MADAN, A.K.; SHUKLA, S.K. Evaluation of Oxidative Stress and its Amelioration thought Certain Antioxidants in Broiler during Summer. **The Journal of Poultry Science**, Tsukuba, v.44, n.3, p.339-347, 2007.

MALHEIROS, R.D.; MORAES, V.M.B.; COLLIN, A.; JANSSENS, G. P. J.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. Dietary macronutrients, endocrine functioning and intermediary metabolism in broiler chickens Pair wise substitutions between protein, fat and carbohydrate. **Nutrition Research**, v.23, n.4, p.567–578, 2003.

MARASCHIELLO, C.; SÁRRAGA, C.; REGUEIRO, J.A.G. Glutathione Peroxidase Activity, TBARS, and r-Tocopherol in Meat rom Chickens Fed Different Diets. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.47, n.3, p.867-872, 1999.

MATES, J.M.; PEREZ-GOMEZ, C.; NUNEZ DE CASTRO, I. Antioxidant enzyme in human diseases. **Clinical Biochemistry**, Toronto, v.32, n.8, p.595-603, 1999.

McDONALD, P.; EDWARDS R.A.; GREENHALGH, J.F.D.; MORGAN, C. **Animal nutrition**. 6th ed. Edinburgh, Pearson Education Limited, 2002. 693p.

MUJAHID, A.; YOSHIKI, Y.; AKIBA, Y.; TOYOMIZU, M. Superoxide radical production in chicken skeletal muscle induced by acute heat stress. **Poultry Science**, Champaign, v.84, n.2, p.307-314, 2005.

NJOKU, P.C.; NWAZOTA, A.O.U. Effect of dietary inclusion of ascorbic acid and palm oil on the performance of laying hens in a tropical environment. **British Poultry Science**, Abingdon, v.30, n.4, p.831-840, 1989.

NOGUCHI, T.; CANTOR, A.H.; SCOTT, M.L. Mode of action of selenium and vitamin E in prevention of exudative diathesis in chicks. **Journal of Nutrition**, Baltimore, v.103, n.10, p.1502-1511, 1973.

ORTOLANI, E.L. Macro e microelementos. In: SPINOSA, H. S.; GÓRNIAK, S. L.; BERNARDI, M. M. **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002, p.641-651.

OZTURK. O.; GUMULSU. S. Age related changes of antioxidant enzyme activities, glutathione status and lipid peroxidation in rat erythrocytes after heat stress. **Life Sciences**, Amsterdam, v.75, n.13, p.1551-1565, 2004.

PIERREFICHE, G.; LABORIT, H. Oxygen free radicals, melatonin, and aging. **Experimental Gerontology**, Oxford, v.30, n.3-4, p.213-227, 1995.

PORTER, N.A.; CALDWELL, S.E.; MILLS, K.A. Mechanisms of free radical oxidation of unsaturated lipids. **Chemistry and Physics of Lipids**, Amsterdam, v.30, n.4, p.277-290, 1995.

QUIROGA DE, G.B.; TORREZ, M.T; CAMPO, R.P. Relationship between antioxidants, lipid peroxidation and aging. **Experientia Supplementun**, Boston, v.62, p.109-123, 1992.

SAHIN, K., KUÇUK, O. A simple way to reduce heat stress in laying hens as judged by egg laying, body weight gain and biochemical parameters. **Acta Veterinaria Hungarica**, Budapest, v.49, n.4, p.421-430, 2001

SMITH, L.L. Cholesterol autoxidation 1981-1986. **Chemistry and Physics of Lipids**, Amsterdam, v.44, n.2-4, p.87-125, 1987

SANDERCOCK, D.A.; HUNTER, R.R.; NUTE, G.R. MITCHELL, M.A.; HOCKING, P.M. Acute heat stress-induced alterations in blood acid-base status and skeletal muscle membrane integrity in broilers chickens at two ages: implications for meat quality. **Poultry Science**, Champaign, v.80, n.4, p.418-425, 2001.

SPURLOCK, M.E.; SAVAGE, J.E. Effects of dietary protein and selected antioxidants on fatty hemorrhagic syndrome induced in Japanese quails. **Poultry Science**, Champaign, v.72, n.11, p.2095-2105, 1993.

SWENNEN, Q.; JANSSENS, G.P.J.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. Effects of substitution between fat and protein on feed intake and its regulatory mechanisms in broiler chickens: Energy and protein metabolism and diet-Induced thermogenesis. **Poultry Science**, Champaign, v.83, n.12, p.1997–2004, 2004.

SWENNEN, Q.; JANSSENS, G. P. J.; MILLET, S.; VASANT, G.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J.; Effects of substitution between fat and protein on feed intake and its regulatory mechanisms in broiler chickens: Endocrine functioning and intermediary metabolism. **Poultry Science**, Champaign, v.84, n.7, p.1051–1057, 2005.

TEETER, R.G.; SMITH, M.O.; OWERS, F.N.; ARP, S.C.; SANGIA, S.; BRAZIL, J.E. Chronic heat stress and respiratory alkalosis accurate and treatment in broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v.64, n.6, p.1060-1064, 1985.

THOMPSON, J.N.; SCOTT M.L. Role of selenium in the nutrition of the chick. **Journal of Nutrition**, Baltimore, v.97, n.3, p.335-342, 1969.

THOMPSON, J.N.; SCOTT, M.L. Impaired lipid and vitamin E absorption related to atrophy of the pancreas in selenium-deficient chicks. **Journal of Nutrition**, Baltimore, v.100, n.7, p.797-809, 1970.

URSINI, F.; BINDOLI, A. The role of selenium peroxidases in the protection against oxidative damage of membranes. **Chemistry and Physics Lipids**, Amsterdam, v.44, n.2-4, p.255-276, 1987.

WALDROUP, P.W. Influence of environmental temperature on protein and amino acid needs of poultry. **Faseb Journal**, Bethesda, v.41, n.11, p.2821-2823, 1982.

WOLFENSON, D.; FERI, Y.F.; SNAPIR, N.; BERMAN, A. Effect of diurnal or nocturnal heat stress on egg formation. **British Poultry Science**, Abingdon, v.20, n.2, p.167-174, 1979.

YAHAV, S., PLAVNIK, I. Effect of early age thermal conditioning and food restiction on performance and thermotolerance of male broiler chickens. **British Poultry Science**, Abingdon, v.40, n.1, p.120-126, 1999.

CAPÍTULO 2 – ENVOLVIMENTO DA PROTEÍNA, CARBOIDRATO, LIPÍDIO E SELÊNIO SOBRE O DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE.

RESUMO – Este experimento foi conduzido com objetivo de avaliar o desempenho produtivo e rendimento de carcaça e cortes de frangos, alimentados com rações contendo diferentes alterações nos macronutrientes (proteína, carboidrato e lipídio). Foram utilizados pintos de corte com um dia de idade, machos, da linhagem Cobb-500®, os quais foram criados até o 7º dia com dieta comercial, nos níveis recomendados pelo manual da linhagem. A partir do 8° dia as aves foram distribuídas em um delineamento fatorial 4X2 (quatro rações X dois níveis de selênio), com oito tratamentos (ração controle, ração com baixa proteína, ração com baixo carboidrato, ração com baixo lipídio, com ou sem adição de selênio) e quatro repetições com 15 aves cada, totalizando 32 boxes distribuídos ao acaso. Foram avaliados o desempenho, rendimento de carcaça e de cortes e a percentagem de gordura abdominal. As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância através do programa SISVAR®. Aves que receberam dietas de baixa proteína apresentaram estatisticamente menor peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e pior conversão alimentar aos 42 dias de idade, menor rendimento de carcaça e peito, maior rendimento de coxa + sobrecoxa e gordura abdominal. A adição de 0,3 ppm de selênio (Se) não influenciou os parâmetros de desempenho, com exceção à viabilidade criatória aos 35 e 42 dias de idade, aumentou a deposição de gordura abdominal, não influenciou os rendimentos de carcaça, peito, coxa+sobrecoxa, e influenciou positivamente o rendimento de asas nas aves tratadas com dietas controle e negativamente nas dietas de baixa proteína.

Palavras-Chave: desempenho, frangos de corte, macronutrientes, rendimento de carcaça, selênio

THE ENVOLVEMENT OF PROTEIN, CARBOHYDRATE, LIPIDES AND SELENIUM OVER THE PERFORMANCE OF THE BROILER CHICKENS

SUMMARY – This experiment was carried out with the objective of assessing both the productive performance and carcass yield of the broiler fed with diets holding different alterations in their nutrients (protein, carbohydrate and lipide). Broiler chicken just one day of life were used in the survey, males of the lineage Cobb-500® which were bred up to the 7th day with a commercial diet at the levels recommended by the manual of the lineage. At the eight, the birds were spread out in a factorial design 4 X 2 (4 diets x 2 selenium levels) with 8 treatments (control ration, low protein, low carbohydrate, low lipid, with feed with or without a selenium addition) and 4 replicates with 15 birds each, totalizing 32 boxes distributed at random. It was evaluated the performance, the yield of carcass and cuts, besides the abdominal fat. The average obtained was compared by the Tukey test at 5% of significance via SISVAR program. The birds were feed with low protein diets showed, statistically a lesser corporal weight, weight gain, diet consumption and worse feeding conversion at 42 days if life, a lesser yield in the carcass and trunk, a major yield in the legs and abdominal fat. The addition of 0,3 ppm of selenium (Se) did not alter the performance, exception given to the breeding viability at both 35 and 42 days of life, rose the deposition of abdominal fat, what did not influence the yield of carcass, trunk, legs and positively influenced the yield of wings treated with control diets and negatively at the low protein diets.

Key-words: broiler chicken, carcass yield, macronutrients, performance, selenium

Introdução

Os nutrientes são compostos químicos presentes nos alimentos, sendo que muitos podem ser sintetizados e outros que não podem, recebem a denominação de essenciais necessitando ser ingeridos na dieta. Há duas categorias que classificam os nutrientes, uma é chamada de macronutrientes, que são aqueles necessários em maiores quantidades como a proteína, o carboidrato e lipídio, que tem com função fornecer componentes para o crescimento, manutenção e atividade dos organismos. A outra categoria é denominada de micronutrientes, que incluem as vitaminas e minerais e são necessários em pequenas quantidades.

A respeito da composição da dieta, sabe-se que alterando frações dos macronutrientes (proteína, carboidrato e lipídio), há um efeito sobre o desempenho zootécnico e composição corporal das aves. (MAcLEOD, 1990, 1992; BUYSE et al., 1992; NIETO et al., 1997; COLLIN et al., 2003). Sabe-se que os níveis de energia bruta, o conteúdo percentual de proteína e diferentes proporções entre estes, tem grande influência sobre o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. O nível de gordura assim como o seu grau de saturação influencia o desempenho dos frangos de corte, especialmente a deposição de gordura (MALHEIROS et al., 2003).

Porém poucos estudos levam em consideração de que, quando se altera a concentração de um macronutriente em particular, há um efeito sobre os outros restantes, dificultando a interpretação do efeito sobre este macronutriente em particular (BUYSE et al., 2001). Portanto na literatura há uma série de estudos com frangos de corte utilizando dietas isoenergéticas, no qual a substituição energética de um macronutriente em particular é feita por outro mantendo constante a concentração do outro macronutriente (COLLIN et al., 2003; MALHEIROS et al., 2003a,b; SWENNEN et al., 2004, 2005).

O micromineral selênio possui importantes funções como antioxidante, fazendo parte de enzimas como a glutadiona peroxidase e tiorredoxina redutases, sendo requerido para o funcionamento normal do pâncreas (COMBS & COMBS, 1986; MACPHERSON, 1994), o que inclui a secreção de enzimas digestivas, melhorando

consequentemente a digestibilidade dos nutrientes, melhorando o desempenho das aves (LAGANÁ, 2007).

O presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho, e as características de carcaça de frangos de corte, arraçoados com dietas contendo diferentes alterações nos macronutrientes e da adição do selênio.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no galpão experimental do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, SP.

Foram obtidos de um incubatório local, 480 pintos de corte de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb-500®, os quais foram criados até o 7º dia com dieta comercial nos níveis recomendados pelo manual da linhagem, aos oito dias de idade as aves foram submetidas às dietas experimentais (Tabela 1). Foi utilizado o esquema fatorial 4X2 (quatro rações X dois níveis de selênio), com oito tratamentos e quatro repetições de 15 aves por parcela totalizando 32 boxes, que foram distribuídos ao acaso.

Os tratamentos utilizados foram:

T_1 – Controle com 0,3 ppm de Se;
T_2 – Controle sem Se;
T_3 – Baixa proteína com 0,3 ppm de Se;
T_4 – Baixa proteína sem Se;
T_5 – Baixo carboidrato com 0,3 ppm de Se;
T_6 – Baixo carboidrato sem Se;
T_7 – Baixo lipídio com 0,3 ppm de Se;
T_8 – Baixo lipídio sem Se;

As aves foram alojadas em um galpão experimental constituído de boxes de 2,50 m de comprimento X 1,50 m de largura, totalizando 3,75 m², forradas com cama de maravalha, equipados com bebedouro de alumínio tipo copo de pressão, comedouro tubular infantil e fonte de aquecimento constituída de uma lâmpada de 200 watts. Após o sétimo dia de idade, os comedouros e bebedouros foram substituídos por bebedouros pendulares, e comedouros tubulares com capacidade de 25 kg.

As aves foram vacinadas no incubatório contra a doença de Marek e Bouba aviária, no sétimo dia foi realizada vacinação via ocular contra Gumboro (cepa fraca), e no 14° dia de idade, via água de bebida, contra as doenças de Newcastle e Gumboro (cepa forte).

O programa de luz adotado foi de 24 horas de luz. A água e a ração foram fornecidas a*d libitum* durante todo o experimento. As temperaturas máxima e mínima foram registradas diariamente, utilizando um termohigrômetro digital, e os valores estão registrados na Tabela 1.

Tabela 1. Temperatura e umidade máximas e mínimas durante o período experimental.

Idade (Semanas)	Temperatura (°C)		Umidade (%)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
1	21,40	31,66	53,57	86,86
2	22,73	32,99	46,43	82,14
3	20,57	31,56	41,00	85,86
4	20,64	32,60	37,71	86,29
5	21,22	32,52	39,00	90,50
6	20,33	28,32	54,50	93,33
Média	21,15	31,61	45,37	87,50

No início do experimento as aves foram pesadas e distribuídas, tomando como base o peso médio do lote, com o objetivo de obter uma homogeneidade das aves nos tratamentos.

Para a realização do abate das aves utilizou-se o abatedouro experimental, localizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, SP. Aos 42 dias de idade, foram selecionadas aleatoriamente dez aves por tratamento para a avaliação das

características de carcaça. Os frangos amostrados foram identificados e passaram por jejum de 6 horas. As aves foram movidas para o abatedouro em engradados, em seguida foram pesadas, sacrificadas por deslocamento cervical, sangradas, depenadas, evisceradas e realizado cortes comerciais nas carcaças.

Índices zootécnicos avaliados

GP – Ganho de peso (g): As aves foram pesadas no início do experimento e no final de cada período (28, 35, 42 dias de idade), portanto o ganho de peso foi obtido através da diferença entre o peso final e o inicial de cada período estudado.

CR – Consumo de Ração (g): Obtido através da divisão do consumo de ração de cada parcela, pelo número de aves.

CA – Conversão alimentar: Relação entre o ganho de peso e consumo de ração (CA=GP/CR).

VC – Viabilidade criatória (%): Divisão entre o número de aves no final de cada período, pelo número de aves no final do período, multiplicado por 100.

RC – Rendimento de carcaça e cortes (%): O rendimento de carcaça foi obtido através da relação entre o peso da carcaça limpa e eviscerada, pelo peso vivo das aves após o jejum multiplicado por 100. O rendimento dos cortes (peito, coxa+sobre-coxa e asas) foram obtidos através da relação entre seus respectivos pesos, pelo peso da carcaça multiplicado por 100.

GA – Gordura Abdominal (%): Relação entre o peso da gordura abdominal e peso vivo das aves após jejum, multiplicados por 100.

As análises estatísticas dos resultados obtidos foram determinadas através do programa SISVAR®, os dados foram submetidos à avaliação de homogeneidade, homocedasticidade e os valores “outliers” identificados foram retirados. Em caso de diferença estatisticamente significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

Tabela 2. Composição percentual e calculada das dietas experimentais de acordo com os tratamentos.

	DIETAS EXPERIMENTAIS			
Ingredientes	Controle	Baixa Proteína	Baixo CHO	Baixo Lipídio
Milho	59,19	74,65	46,02	36,80
Farelo de Soja, 45	32,00	13,74	34,40	30,61
Óleo Vegetal	2,31	1,05	6,70	1,00
Glúten	1,00	1,00	1,00	5,00
Amido	1,00	1,00	1,00	21,87
Fosfato Bicálcio	2,28	2,39	2,32	2,37
Calcário	1,06	1,09	1,02	1,00
Sal	0,35	0,35	0,35	0,35
Caulin	----	2,30	6,20	----
Antioxidante	0,01	0,01	0,01	0,01
Supl. Mineral e Vitamínico[1]	0,50	0,50	0,50	0,50
DL-metionina	0,24	0,43	0,25	0,22
L-lisina	0,05	0,80	0,12	0,24
L-treonina	0,01	0,29	0,11	0,03
L-Triptofano	----	0,04	----	----
L-Arginina	----	0,36	----	----
Total	100	100	100	100
Energia e Nutrientes	Composição Calculada			
Energia Metabolizável (kcal Em/kg)	3000	3000	3000	3000
Proteína bruta (%)	20	13	20	20
Extrato Etéreo (%)	5,00	4,00	8,98	3,00
Ca (%)	1,00	1,00	1,00	1,00
P disp. (%)	0,50	0,50	0,50	0,50
CHO+Amido (%)	41,90	49,30	34,00	45,09
Cinzas (%)	6,34	5,61	6,32	6,11
Fibra (%)	3,10	2,19	3,03	2,67
Treonina (%)	0,80	0,80	0,80	0,80
Met+Cistina (%)	0,90	0,90	0,90	0,90
Triptofano (%)	0,26	0,19	0,27	0,25
Lisina (%)	1,10	1,20	1,20	1,20
Arginina (%)	1,33	1,15	1,35	1,26

[1] **Suplemento mineral e vitamínico** – Vitamina A 2.500.000 U.I., Vitamina D3 500.000 U.I., Vitamina B12 3.000 mcg, Ácido Fólico 150 mg, Biotina 13 mg, Niacina 8.750 mg, Pantetonato de Cálcio 2.800 mg, Cobalto 25 mg, Cobre 1.500 mg, Ferro 12.500 mg, Iodo 250 mg, Manganês 16.250 mg, Selênio 50mg, Zinco 11.250 mg, Cloreto de Colina 50% 175.000 mg, DL-Metionina 375.000 mg, Promotor de Crescimento 20.000 mg, Coccidiostático 20.000 mg, Antioxidante 2.000mgVitamina E 3.700 mg, Vitamina K3 625 mg, Vitamina B1 375 mg, Vitamina B2 1.250 mg, Vitamina B6 375 mg.

Resultados

Os resultados para os índices zootécnicos (PC, GP, CR, CA e VC) de frangos de corte de 7 a 28 dias de idade, estão apresentados na Tabela 3. Observa-se que a viabilidade criatória não foi influenciada pelos tratamentos e não houve interação significativa nos parâmetros estudados.

Tabela 3. Peso corporal (PC), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte de 7 a 28 dias de idade.

Fatores	Parâmetros Analisados				
	PC	GP	CR	CA	VC
Ração (R)	----------g----------			-----g/g------	-------%------
Controle	1373 a	1214 a	1893 a	1,56 b	100,0
Baixa Proteína	1116 b	959 b	1774 b	1,85 a	92,1
Baixo Carboidrato	1354 a	1195 a	1840 ab	1,53 b	98,3
Baixo Lipídio	1330 a	1171 a	1827 ab	1,56 b	92,1
Selênio (Se)					
0,3 ppm	1307	1149	1852	1,62	99,1
0 ppm	1279	1121	1816	1,63	99,1
CV (%)	3,27	3,76	3,17	1,70	2,28
	Probabilidades				
R	< 0,0001	< 0,0001	0,0046	< 0,0001	0,5060
Se	0,0808	0,0724	0,0943	0,3482	0,9975
R x Se	0,5726	0,5836	0,5784	0,4436	0,0927

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

As aves arraçoadas com dietas de baixa proteína, apresentaram estatisticamente (P<0,0001) menor peso corporal, ganho de peso e pior conversão alimentar, já quanto ao consumo de ração, estas diferiram das aves que receberam a dieta controle.

Os resultados para peso corporal (PC), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) das aves no período de 7 a 35 dias de idade, estão apresentados na Tabela 4. Constatou-se que houve interação significativa (P=0,0026) para a viabilidade criatória, cujo desdobramento está apresentado na Tabela 5.

De acordo com a estatística realizada, as aves que receberam dietas com baixo conteúdo protéico apresentaram resultados estatisticamente piores (P<0,005) para os parâmetros PC, GP e CA. Com relação ao consumo de ração, este diferiu dos frangos que receberam as rações controle e baixo carboidrato.

Tabela 4. Peso corporal (PC), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte de 7 a 35 dias de idade.

Fatores	**Parâmetros Analisados**				
	PC	**GP**	**CR**	**CA**	**VC**
Ração (R)	**----------g----------**			**-----g/g------**	**-------%------**
Controle	1970 a	1812 a	2994 a	1,65 b	99,1
Baixa Proteína	1589 b	1433 b	2766 b	1,93 a	97,4
Baixo Carboidrato	1958 a	1800 a	2982 a	1,66 b	97,4
Baixo Lipídio	1889 a	1729 a	2896 ab	1,68 b	99,1
Selênio (Se)					
0,3 ppm	1875	1717	2936	1,72	98,7
0 ppm	1828	1669	2883	1,74	97,8
CV (%)	3,86	4,26	3,60	1,96	2,52
			Probabilidades		
R	< 0,0001	< 0,0001	0,0007	< 0,0001	0,2869
Se	0,0748	0,0710	0,1627	0,1378	0,3273
R x Se	0,8299	0,8376	0,4784	0,9154	0,0026

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

O desdobramento da interação da VC apresentado na Tabela 5 mostra que dentro de ração, a adição de selênio na concentração de 0,3 ppm, aumentou estatisticamente este índice zootécnico para os frangos que receberam dietas com baixa proteína, e diminuiu estatisticamente para os que receberam rações com baixo conteúdo de carboidratos. Dentro do fator selênio na concentração de 0,3 ppm, as aves que foram alimentadas com rações de baixo teor de carboidrato, apresentaram estatisticamente a menor VC, já quando não suplementado, os animais que foram alimentados com rações com baixa proteína obtiveram significativamente menor valor, quando comparados com a dieta de baixo carboidrato, não diferindo dos demais.

Tabela 5. Desdobramento da interação entre ração e selênio para VC de frangos de corte de 35 dias de idade.

Ração (R)	Selênio (Se)		
	0,3 ppm	0 ppm	Probabilidade
Controle	100,0 a	98,3 ab	0,3273
Baixa Proteína	100,0 A a	94,8 B b	0,0062
Baixo Carboidrato	94,8 B b	100,0 A a	0,0062
Baixo Lipídio	100,0 a	98,3 ab	0,3273
Probabilidade	0,0119	0,0421	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Estão apresentados na Tabela 6, os resultados para consumo de ração (CR), ganho de peso corporal (GP), peso corporal (PC), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC), para frangos de corte de 7 a 42 dias de idade. Como não houve mortalidade de aves no período de 35 a 42 dias de idade, os valores e a análise estatística da viabilidade criatória, não apresentaram mudanças quando comparados aos observados no período de 7 a 35 dias (Tabela 4 e 5). Portanto a tabela do desdobramento da interação deste índice dos 7 aos 42 dias não será apresentada.

Tabela 6. Peso corporal (PC), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte de 7 a 42 dias de idade.

Fatores	Parâmetros Analisados				
	PC	GP	CR	CA	VC
Ração (R)	----------g----------			-----g/g------	-------%------
Controle	2639 ab	2481 ab	4278 a	1,73 b	99,1
Baixa Proteína	2093 c	1937 c	3872 b	2,00 a	97,4
Baixo Carboidrato	2684 a	2526 a	4341 a	1,72 b	97,4
Baixo Lipídio	2537 b	2378 b	4153 a	1,75 b	99,1
Selênio (Se)					
0,3 ppm	2,512	2,355	4,191	1,791	98,7
0 ppm	2,464	2,306	4,149	1,790	97,8
CV (%)	3,65	3,91	3,96	1,90	2,52
	Probabilidades				
R	< 0,0001	< 0,0001	0,0001	< 0,0001	0,2869
Se	0,1481	0,1407	0,4903	0,8984	0,3273
R x Se	0,7684	0,7739	0,2971	0,3975	0,0026

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Pelos resultados os frangos arraçoados com dietas com baixo conteúdo protéico apresentaram significativamente o menor PC, GP, CR e CA aos 42 dias de idade. As aves alimentadas com rações de baixo lipídio obtiveram estatisticamente menor PC, GP do que as aves arraçoadas com dieta de baixo carboidrato.

A suplementação das rações com 0,3 ppm de selênio não alterou estatisticamente o peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar das aves no período de 7 a 42 dias de idade.

Os resultados para rendimento de carcaça, peito, coxa+sobre coxa, asas, e gordura abdominal estão apresentados na Tabela 7. Observa-se interação significativa para o parâmetro rendimento de asas, cujo desdobramento esta apresentado na Tabela 8.

Tabela 7. Rendimento de carcaça (Carcaça), peito, coxa + sobrecoxa (Co+So), asas e de gordura abdominal (GA) de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Fatores	Parâmetros Analisados[1]				
	Carcaça	Peito	Co+So	Asas	GA
Ração (R)	----------	----------	%	----------	----------
Controle	71,65 ab	34,75 a	30,21 b	11,78	1,35 b
Baixa Proteína	69,97 b	31,25 b	31,92 a	12,17	2,18 a
Baixo Carboidrato	70,73 ab	34,65 a	30,15 b	11,74	1,09 b
Baixo Lipídio	72,02 a	35,30 a	30,04 b	11,61	1,28 b
Selênio (Se)					
0,3 ppm	71,11	33,77	30,68	11,83	1,54 a
0 ppm	71,14	34,36	30,40	11,80	1,36 b
CV (%)	3,14	5,24	5,01	6,34	25,77
			Probabilidades		
R	0,0318	< 0,0001	0,0010	0,1454	< 0,0001
Se	0,9636	0,1631	0,4388	0,8796	0,0427
R x Se	0,0857	0,1079	0,2807	0,0054	0,9509

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). [1]Rendimento de carcaça e de gordura abdominal expressos em relação ao peso vivo dos animais e os demais cortes em relação ao peso da carcaça

O rendimento de carcaça foi maior nas aves que receberam ração com baixo lipídio, diferindo estatisticamente dos animais arraçoados com baixa proteína. No rendimento de peito e porcentagem de gordura abdominal, as dietas de baixa proteína causaram diminuição significativa no peito e aumento no acúmulo de gordura abdominal

nas aves. Quanto ao rendimento de coxa+sobre coxa, houve aumento significativo nas aves que receberam dietas com reduzido teor protéico.

No desdobramento da interação apresentado na Tabela 8, observa-se que dentro do fator ração (R), as aves que receberam dietas controle adicionados de Se apresentaram aumento significativo no rendimento de asas, ocorrendo o inverso nas dietas de baixa proteína. Já estudando o desdobramento dentro de selênio (Se) a adição de 0,3 ppm não influenciou estatisticamente o rendimento de asas, independente das rações fornecidas às aves, mas a sua não inclusão acarretou em maior rendimento nos animais arraçoados com dietas de baixa proteína, quando comparado às aves que receberam as dietas controle e baixo carboidrato.

Tabela 8. Desdobramento da interação entre ração e selênio para asas de frangos de corte de 42 dias de idade.

Ração (R)	**Selênio (Se)**		
	0,3 ppm	**0 ppm**	**Probabilidade**
Controle	12,32 A	11,36 B b	0,0090
Baixa Proteína	11,75 B	12,63 A a	0,0187
Baixo Carboidrato	11,83	11,63 b	0,5615
Baixo Lipídio	11,49	11,72 ab	0,4911
Probabilidade	0,1467	0,0052	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Discussão

Em todos os períodos estudados neste trabalho (28, 35 e 42 dias de idade), as aves que foram alimentadas com dietas com baixo conteúdo protéico, apresentaram menor PC, GP e pior CA.

Estes resultados estão de acordo com MALHEIROS et al. (2003a), que ao realizarem um experimento com dietas semelhantes às estudadas neste trabalho, concluíram que frangos de corte alimentados com rações contendo baixa proteína apresentaram pior GP e CA, quando comparados aos animais arraçoados com dietas com baixo lipídio e dietas com baixo carboidrato, mesmo quando os níveis de aminoácidos foram suplementados de acordo com os requerimentos.

No presente estudo, os resultados encontrados para os índices zootécnicos citados anteriormente reforçam as afirmações de MALHEIROS et al. (2003), onde o conteúdo protéico da dieta causa um grande impacto sobre o crescimento dos frangos de corte, quando comparado aos macronutrientes carboidrato e lipídio.

SWENNEN et al. (2004), que ao realizarem uma substituição isoenergética entre proteína e gordura com níveis semelhantes de carboidrato, também observaram que as aves alimentadas com dietas com baixa proteína (12,6% de PB), obtiveram peso corporal inferior às alimentadas com dietas de baixo lipídio (24,2% de PB). BUYSE et al. (1992) ao utilizar dietas isoenergéticas contendo alta e baixa proteína (20% e 15% respectivamente), concluíram que a diminuição do conteúdo protéico da ração, ocasionou em menor ganho de peso, e um prejuízo na conversão alimentar. Resultados semelhantes também foram descritos no trabalho de COLLIN et al. (2003).

Os parâmetros zootécnicos podem ser extensamente manipulados, através de alterações na relação energia-proteína das dietas fornecidas aos frangos de corte, aumentar essa proporção através da alteração do nível de energia, proteína ou ambas acarreta em pior desempenho, e quando diminuído há efeito contrário (BUYSE et al., 1992). DA SILVA et al., (2001) trabalhando com três níveis de energia e quatro de proteína, concluíram que o aumento da razão EM:PB causa um efeito linear decrescente sobre o CR, PV, GP e pior CA em frangos aos 42 dias de idade. Resultados que concordam com os obtidos neste estudo, pois as dietas com relações EM/PB de 150 (controle, baixo carboidrato e baixo lipídio), apresentaram melhor desempenho quando comparado às dietas com baixa proteína, contendo relação de EM/PB de 230,77.

No presente trabalho as rações com baixa proteína foram suplementadas com os aminoácidos metionina, lisina, treonina, triptofano e arginina, portanto uma possível explicação para o baixo desempenho para estes tratamentos, poderia ter como causa a deficiência em alguns aminoácidos essenciais não suplementados (Glicina+Serina, Valina, Isoleucina, Fenilanina+Tirosina). Esta deficiência possivelmente pode ter levado a um desbalanceamento influenciando negativamente o consumo de ração, consequentemente não permitindo um aporte ideal de AA para o desempenho das

aves. SABINO et al. (2004) também atribuíram o pior GP e CA nas aves alimentadas com rações de baixo nível protéico, a possibilidade de estas apresentarem deficiências em AA essenciais que não foram suplementados.

FARIA FILHO (2003) ao diminuir o conteúdo protéico da dieta de 20% para 17%, mesmo ajustando todos os aminoácidos essenciais em frangos de corte de 7 a 21 dias de idade, obteve aves com menor peso corporal, ganho de peso e pior conversão alimentar. Resultados semelhantes também foram descritos por PINCHASOV et al. (1990), onde estudando as respostas de frangos de corte de 7 a 21 dias a dietas de baixo teor protéico suplementadas com aminoácidos sintéticos, também obtiveram piores resultados para o desempenho quando reduzido o teor protéico da dieta.

A produção em larga escala dos aminoácidos sintéticos essenciais, permitiu aos nutricionistas formularem rações com níveis de AA mais próximos das necessidades das aves, pois durante muitos anos a formulação estava baseada no conceito de proteína bruta (COSTA et al., 2001). Portanto a substituição parcial da proteína intacta proveniente do farelo de soja pelos aminoácidos sintéticos, permitiu a diminuição dos excessos de aminoácidos deixando os níveis protéicos mais próximos dos ideais, diminuindo consequentemente o conteúdo de proteína bruta da dieta (BREGENDAHL et al. 2002), e diminuindo a excreção de nitrogênio responsável pela poluição ambiental, que é conseqüência da intensa exploração animal.

Porém quando a ração tem seu conteúdo protéico extensamente reduzido e suplementado com aminoácidos essenciais, os frangos não apresentam resultados satisfatórios quando comparados aos que recebem uma ração padrão (PINCHASOV et al., 1990). Usualmente não é recomendado diminuir o conteúdo de proteína bruta da dieta em mais de três pontos percentuais, com o objetivo de não prejudicar o desempenho dos frangos, mesmo quando suplementados com aminoácidos sintéticos (Kornegay & Verstegen, 2001; Lewis, 2001 citados por BREGENDAHL et al. 2002).

Os trabalhos encontrados na literatura que testam dietas com reduzido teor protéico suplementados com aminoácidos são conflitantes, enquanto que alguns trabalhos descrevem pior desempenho, outros autores descrevem desempenho semelhante às aves alimentadas com dietas padrão (Fancher et al., 1989; Holsheimer &

Janssen, 1991; Paars & Summers, 1991; Moran et al., 1992 citados por ALENTOR et al., 2000). Mas os motivos para a queda de desempenho em frangos alimentados com dietas de baixa proteína não estão plenamente esclarecidos.

Observa-se que aos 42 dias de idade, os frangos que foram arraçoados com dietas de baixo lipídio, apresentaram peso corporal e ganho de peso estatisticamente inferior às aves alimentadas com dietas de baixo carboidrato. Uma possível explicação poderia estar relacionada ao menor consumo de ração, que apesar de não diferirem significativamente entre estas aves, este foi 4,3% menor nas que receberam dietas de baixo lipídeo, quando comparados àquelas que receberam rações com reduzido teor de carboidratos, correspondendo em média a 188 g de ração a menos consumido por ave.

Esta menor ingestão talvez possa ser uma conseqüência dos ingredientes utilizados na produção da ração, pois a dieta de baixo lipídio possui elevada quantidade de amido, adicionada para compensar a diminuição da energia metabolizável proveniente do óleo, objetivando assim sempre manter as dietas isoenergéticas. Portanto é possível que esta ração fosse um pouco menos palatável o que pode ter influenciado discretamente no consumo de ração das aves no decorrer dos períodos, mas para confirmar tal hipótese seria necessário a realização de mais experimentos investigando este efeito sobre o consumo das aves.

Com relação ao consumo de ração, as aves alimentadas com dieta de baixa proteína apresentaram numericamente menor ingestão aos 28 dias de idade. Aos 35 dias estes frangos ingeriram estatisticamente menos do que os animais arraçoados com dietas controle e baixo carboidrato, e apesar de não diferir estaticamente, ingeriram 4,5% menos ração do que as aves que receberam baixo lipídio. Este efeito ficou mais evidente na análise do desempenho de 7 a 42 dias de idade, onde estaticamente estas aves tratadas com rações de reduzido conteúdo protéico, consumiram menos ração do que as demais.

Em concordância com o presente estudo, COLLIN et al. (2003) ao estudar o efeito do conteúdo dos macronutrientes (proteína, carboidrato e lipídio) nas rações de frangos de corte de 7 a 42 dias, obteve que dietas com baixo conteúdo protéico (12,5% de PB) estatisticamente consumiram menos ração, do que os tratamentos com baixo

lipídio e baixo carboidrato (19,6% e 19,7% de proteína respectivamente). Porém MALHEIROS et al. (2003) ao trabalhar com dietas isocalóricas de baixa proteína (15,8% de PB), baixo carboidrato e baixo lipídio (ambas com 19,6% de PB), observaram que o consumo de ração não foi influenciado estatisticamente entre tratamentos. SUMMERS et al. (1992) e FARIA FILHO (2003) em seus experimentos também observaram que o consumo de ração não foi influenciado pelo nível protéico da dieta.

Quando a dieta fornecida a frangos de corte contém níveis de proteína bruta abaixo dos requerimentos normais, ocorre uma adaptação do comportamento de ingestão de acordo com o conteúdo protéico da dieta (COLLIN et al., 2003). Segundo SWENNEN et al. (2004) e COLLIN et al. (2003), uma redução marginal no nível de proteína bruta pode resultar em hiperfagia (ROSEBROUGHT & STEELE, 1985; CAREW & ALSTER, 1997), e quando há uma redução acentuada pode ocorrer hipofagia (BUYSE et al. 1992; ROSEBROUGHT et al. 1996). É provável que este aumento no consumo de ração, tenha como causa, o atendimento dos requerimentos protéicos necessários para que a ave expresse todo seu potencial de crescimento (COLLIN et al. 2003). Mas nos dois casos apresentados haverá um consumo excessivo de energia, o qual está relacionado ao consumo de proteína, este excesso pode ser direcionado a produção de calor, aumento da deposição de gordura ou de ambos (COLLIN et al. 2003; MALHEIROS et al. 2003).

Uma possível explicação para o baixo consumo das dietas com reduzido teor protéico deste experimento, estaria relacionada à possível deficiência de alguns aminoácidos essenciais como a valina e isoleucina, os quais não foram suplementados, consequentemente poderiam ter causado um desbalanceamento entre os aminoácidos presentes nas rações. Pois segundo GONZALES (2002), a teoria aminostática que controlaria o consumo de alimento das aves, não é somente mediada pela quantidade de proteína bruta, mas também a sua qualidade e o balanceamento entre os aminoácidos.

SKLAN E PLAVINIK (2002) estudando as interações entre a proteína bruta da dieta e a absorção de aminoácidos essenciais sobre o desempenho de frangos de corte, observaram que ao manter constante os aminoácidos essenciais e aumentando-

se o nível protéico, resultou em uma diminuição linear do consumo de acordo com a proteína bruta, mas quando as proporções entre os aminoácidos essenciais e o nível protéico foi fixado, o consumo aumentou para um platô, através destes resultados os autores sugeriram outros fatores (um ou vários aminoácidos) além da proteína bruta *per se*, que regulariam o consumo das aves.

Esta hipótese pode ser confirmada através do trabalho realizado por TOBIN & BOORMAN (1979), onde frangos de corte alimentados com rações deficientes em histidina ao receberem infusões deste aminoácido, resultaram em aumento no consumo de ração, e aves arraçoadas com rações balanceadas contendo baixa proteína, recebendo infusões de lisina causou uma diminuição no consumo. Resultados semelhantes foram encontrados por SHURLOCK & FORBES (1984), que ao aplicar injeções intravenosas de glicose e aminoácidos em frangos de corte, observaram que houve uma depressão no consumo de uma ração padrão.

Estes resultados encontrados por SKLAN & PLAVINIK (2002), TOBIN & BOORMAN (1979) e SHURLOCK & FORBES (1984), fornecem evidências de que a teoria exposta por GONZALES (2002) realmente influencia a ingestão de ração de frangos de corte através do balanceamento dos aminoácidos presentes na dieta, possivelmente explicando os resultados encontrados no presente experimento.

Com base nestas explicações, a ligeira redução protéica realizada no trabalho de FARIA FILHO (2003), poderia ter como conseqüência aumento na ingestão de ração com a finalidade de atender os requerimentos protéicos, mas o fato de que as rações não apresentaram deficiência nos níveis dos aminoácidos, e os excessos foram diminuídos, contribuído para que o balanço entre os AA estivesse mais próximo do ideal, certamente foram fatores decisivos para que o consumo de ração das aves não se alterasse. De modo semelhante MALHEIROS et al. (2003) em sua discussão afirmou que as rações com baixa proteína (15,8%), apresentavam os níveis de aminoácidos essenciais atendidos de acordo com as exigências, o que possivelmente pode ter contribuído para que o consumo de ração não diferisse entre as dietas estudadas.

Os resultados obtidos nos períodos 28, 35 e 42 dias de idade, não permitiram observar melhora estatística nos parâmetros PC, GP, CR e CA ao se adicionar selênio

na ração, estando de acordo parcialmente com PAYNE & SOUTHERN (2005), que não encontraram diferenças significativas para os parâmetros ganho diário, consumo diário de ração, conversão alimentar quando frangos foram alimentados com Se complexados a leveduras e selenito de sódio na concentração de 0,3 ppm.

EDENS et al. (2004) também não encontraram diferenças significativas para peso corporal e conversão alimentar, em frangos de corte alimentados com concentrações de 0,2 ppm de Se na forma de selenito de sódio e selenometionina. RYU et al. (2005) estudando o efeito da suplementação de selênio na forma de selenito de sódio (1, 2, 4 e 8 ppm) e alfa tocoferol (100 UI), não observaram diferença significativa no peso corporal e conversão alimentar de frangos com 42 dias de idade.

No desdobramento da viabilidade criatória aos 35 e 42 dias de idade, a dieta com baixa proteína foi influenciada positivamente ao se adicionar selênio na concentração de 0,3 ppm, e a sua não suplementação acarretou na pior VC entre as rações estudadas, para BOIAGO (2006) isto poderia estar relacionado a uma melhora do sistema imunológico do animal. Este efeito sobre o sistema de defesa das aves ocorreria através do aumento da leucocitose, e na elevação das repostas humorais e celulares contra patógenos (Macpherson, 1994; Combs & Combs, 1986, citado por LAGANÁ et al., 2007).

Já as aves que receberam rações com baixo conteúdo de carboidrato a adição de selênio piorou a VC, pois quando não suplementado este tratamento apresentou a melhor viabilidade entre as rações testadas, ocorrendo o contrário nas aves suplementadas.

Pela Tabela 9 observa-se que frangos de corte arraçoados com dietas com baixo teor protéico apresentam estatisticamente menor rendimento de peito. Concordando com este estudo, COSTA et al. (2001) ao diminuir em 2% a quantidade de proteína bruta, já observaram uma redução no rendimento de peito com osso em frangos de corte machos. Segundo Fisher (1994) citado por SABINO et al., 2004, em condições de deficiências nutricionais, principalmente falta de AA essenciais, a musculatura do peito é um dos parâmetros afetados. Esta afirmação pode ser uma possível explicação para o baixo rendimento de peito apresentado neste trabalho, pois como descrito

anteriormente possivelmente alguns AA tornaram-se limitantes nestas dietas, afetando o desempenho deste parâmetro.

DA SILVA et al. (2003) testando níveis decrescentes de proteína dentro de três níveis de energia metabolizável (2.900, 3.100 e 3.300), mantendo relações constantes de EM:PB (188, 168, 148 e 128), observaram que a redução de proteína teve um efeito negativo sobre os parâmetros de carcaça, obteve-se menor peso de carcaça, coxa + sobrecoxa, peito com ossos, resultados que com exceção ao rendimento de coxa + sobrecoxa, concordam com este estudo. Apesar dos resultados mostrarem um aumento significativo no rendimento de coxa + sobrecoxa nas aves que receberam dietas de baixa proteína, este não compensa o menor peso corporal e pior conversão alimentar apresentados nestas aves.

Quanto ao parâmetro gordura abdominal, os frangos arraçoados com dietas de baixa proteína obtiveram estatisticamente as maiores porcentagens de gordura abdominal. Resultados que estão de acordo com o experimento de COLLIN et al. (2003), que trabalhando com diferentes proporções nos macronutrientes também verificaram o aumento significativo da gordura abdominal em frangos de corte arraçoados com dietas com baixo conteúdo protéico. SKLAN & PLAVINIK também encontraram aumento na deposição de gordura quando as rações continham menores teores de proteína bruta. Resultados similares também foram observados nos experimentos de BUYSE et al. (1992), COSTA et al. (2001), FARIA FILHO (2003), e DA SILVA et al. (2003).

Esse aumento na porcentagem de gordura abdominal pode ser explicado pelo fato de que dietas contendo baixo teor protéico influenciam a ingestão das aves, ocorrendo hiperfagia em reduções marginais e hipofagia em reduções acentuadas (COLLIN et al., 2003), mas haverá nos dois casos haverá um consumo excessivo de energia o qual as aves lidam aumentando a síntese *de novo* lipogênese, consequentemente elevando a deposição de gordura, e lidam através da produção de calor ou de ambos os efeitos (COLLIN et al. 2003; MALHEIROS et al. 2003). Ou seja, dietas com grandes relações energia/proteína forçam um superconsumo de energia,

pois segundo a teoria aminostática (GONZALES, 2002) as aves consomem alimento para satisfazer suas necessidades em proteína/aminoácidos (ALENTOR et al., 2000).

A adição de selênio nas rações estudadas não afetou os rendimentos de carcaça e peito, resultados que estão de acordo com os encontrados por PAYNE & SOUTHERN (2005), que ao suplementar as aves com fontes de Se na forma de sódioselenito e selênio incorporado a leveduras na concentração de 0,3 ppm, não encontraram diferenças significativas para estes parâmetros. Resultados semelhantes também foram obtidos para estes parâmetros por BOIAGO (2006).

EDENS et al. (2004) trabalhando com quatro concentrações e formas de Se em frangos de corte, observaram que a porcentagem de pernas foi maior nos tratamentos que continham selênio, não estando de acordo com os resultados encontrados no presente trabalho. Também contrastando com este experimento EDENS et al. (1996) observaram que o fornecimento de selênio complexados a moléculas orgânicas aumentou o rendimento de pernas, porém diminuiu o rendimento de peito.

Com relação à porcentagem de gordura abdominal, a adição de selênio complexados a moléculas orgânicas aumentou significativamente o acúmulo de gordura nestas aves, resultados que contrastam com os encontrados por BOIAGO (2006), que ao testar duas fontes de Se e duas concentrações (0,3 e 0,5 mg/kg de ração), não encontraram diferenças significativas para este parâmetro nas aves.

O desdobramento da interação de ração e selênio para o parâmetro rendimento de asas, mostra que para as aves que receberam ração controle, a suplementação de selênio melhorou este parâmetro ocorrendo efeito contrário nas aves que receberam rações de baixa proteína.

Conclusões

A alteração realizada no macronutriente proteína, causou maior influência sobre o desempenho, quando comparados com as alterações no carboidrato e lipídeo.

Redução no nível protéico da dieta eleva os rendimentos de coxa+sobre-coxa, asas e porcentagem de gordura abdominal e diminui o rendimento de carcaça e peito.

A adição de selênio na dieta na concentração de 0,3 ppm não influencia o peso corporal, ganho de peso e conversão alimentar dos frangos de corte, mas influencia positivamente a viabilidade criatória em aves arraçoadas com dietas de baixa proteína aos 35 e 42 dias.

A suplementação de selênio incorporado a moléculas orgânicas, não influenciou o rendimento de carcaça, peito, coxa+sobre-coxa, porém o rendimento de asas é influenciado positivamente nas aves que recebem dietas controle.

Referências

ALENTOR, V.A.; HAMID, I.I.; NIEB, E.; PFEFFER, E. Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole-body composition and efficiencies of nutrient utilization. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.80, n.5, p.547-554, 2000.

BOIAGO, M.M. **Características produtivas e qualitativas da carne de frangos alimentados com diferentes concentrações e fontes de selênio.** 2006. 60f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

BREGENDAHL, K.; SELL, J.L.; ZIMMERMAN, D.R. Effect of low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v.81, n.8, p.1156-1167, 2002.

BUYSE, J., E. DECUYPERE, L. BERGHMAN, E. R. KUHN, AND F. VANDESANDE. Effect of dietary protein content on episodic growth hormone secretion and on heat

production of male broilers. **British Poultry Science**, Abingdon, v.33, n.5, p.1101–1109, 1992.

BUYSE, J., DARRAS, V.M.; VLEURICK,L.; KUHN, E.R.; DECUYPERE, E. Nutritional regulation of the somatotrophic axis and intermediary metabolism on the chicken In: DAWSON, A.; CHATURVEDI, C.M. **Avian endocrinology**, ed. New Delhi: Narosa Publishing House, 2001, p.303-313.

CAREW, L.B.; ALSTER, F.A. Dietary carbohydrate and fat do not alter the thyroid response to protein deficiency in chicks. **Proceedings of the Society for Experimental Biology Medicine**, v.215, n.1, p.82–86, 1997.

CHOCT, M., NAYLOR, J. The effect of dietary Se source and vitamin E levels on performance of male broilers. **Asian-Australian Journal of Poutry Science**, v.17, n.7, p.1000-1006, 2004a.

CHOCT, M., NAYLOR, A. J., REINKE, N. Selenium supplementation affects broiler growth performance, meat yield and feather coverage. **British Poultry Science**, Cambridge, v.45, n.5, p.677-683, 2004b.

COLLIN, A.; MALHEIROS, R.D.; MORAES, V.M.B.; AS. V. P.; DARRAS, V. M.; TAOUIS, M.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. Effects of dietary macronutrient content on energy metabolism and uncoupling protein mRNA expression in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.90, n.2, p.261–269, 2003.

COMBS, G.F.; COMBS, S.B. **The role of selenium in nutrition**. London: Academic Press, 1986. 180p.

COSTA, F.G.P.; HOSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.5, p.1498-1505, 2001.

DA SILVA, J. H. V.; ALBINO, L. F. T.; NASCIMENTO do, A. H. Níveis de Energia e Relações Energia:Proteína para Frangos de Corte de 22 a 42 dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.6, p.1791-1800, 2001**.**

DA SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T.; NASCIMENTO DO, A.H. Estimativas da Composição Anatômica da Carcaça de Frangos de Corte com Base no Nível de Proteína da Ração e Peso da Carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.2, p.344-352, 2003.

EDENS, F.W. Sodium selenite versus selenium yeast in diets fed broilers: effects on performance, feathering, meat quality and yields. In: ANNUAL SYMPOSIUM OF BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 12., 1996, Kentucky. **Proceedings...** Kentuky, 1996, poster.

EDENS, F.W. PARKHURST, C.R.; HAVERSTEIN, G.B.; FERKET, P.R. SEFRON, A.E. Influence of selenium yeast (Sel-plex) on performance and carcass yield of broiler males grown in a cage environment. In: ANNUAL SYMPOSIUM ALLTECH OF BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 20., 2004**,** Kentucky. **Proceedings...** Kentucky, 2004. p.31.

FANCHER, B.I.; JENSEN, L.S. Male broiler performance during the starting and growing periods as affected by dietary protein, essential amino acids, and potassium levels. **Poultry Science**, Champaign, v.68, n.10, p.1385 – 1395, 1989.

FARIA FILHO, D.E. **Efeito de dietas com baixo teor protéico, formuladas usando o conceito de proteína ideal, para frangos de corte criados em temperaturas fria,**

termoneutra e quente. 2003. 93f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

FERREIRA, D. F. **Sisvar versão 5.0.** Lavras: DEX/UFLA, 2003. 32 p.

FISCHER, C. Use of amino acids to improve carcass quality of broilers. **Feed Mix**, v.2, n.4, p.17-20, 1994.

GONZALES, E. Ingestão de alimentos: mecanismos regulatórios. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicadas a frangos de corte.** 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p.187-199.

HOLSHEIMER, J.P.; JANSSEN, W.M.M.A. Limiting amino acids in low-protein maize-soyabean meal diets fed to broilers from 3-7 weeks of age. **British Poultry Science**, Abingdon, v.32, n.1, p.151-158, 1991.

KIDD, M.T.; KERR, B.J.; FIRMAN, J.D.; BOLING, S.D. Growth and carcass characteristics of broilers fed low-protein, threonine-supplemented diets. **Journal Applied of Poultry Research**, London. v.5, n.2, p.180-190, 1996.

KORNEGAY, E. T.; VERSTEGEN, M. W. A. Swine nutrition and environmental pollution and odor control. In: LEWIS, A. J.; SOUTHERN, L. L. **Swine Nutrition.** 2 ed. Boca Raton: CRC Press, 2001. p.609 – 630.

LAGANÁ, C.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; KRATZ, L.R.; PINHEIRO, C.C. Effect of the Supplementation of Vitamins and Organic Minerals on the Performance of Broilers under Heat Stress. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v.9, n.1, p.39-43, 2007.

LEWIS, A. J. Amino acids in swine nutrition., In: LEWIS, A. J.; SOUTHERN, L. L. **Swine Nutrition.** 2 ed. Boca Raton: CRC Press, 2001. p.131-150.

MACLEOD, M. G. Energy and nitrogen intake, expenditure and retention at 20° in growing fowl given diets with a wide range of energy and protein contents. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.64, n.3, p.625–637, 1990.

MACLEOD, M. G. Energy and nitrogen intake, expenditure and retention at 32° in growing fowl given diets with a wide range of energy and protein contents. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 67, n.2, p.195–206, 1992.

MACPHERSON A. Selenium, vitamin E and biological oxidation. In: COLE DJ, GARNSWORTHY, P.J. **Recent advances in animal nutrition**. Oxford: Butterworth and Heinemann, 1994. p.3-30.

MALHEIROS, R.D.; MORAES, V.M.B.; COLLIN, A.; JANSSENS, G.P.J.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. Dietary macronutrients, endocrine functioning and intermediary metabolism in broiler chickens Pair wise substitutions between protein, fat and carbohydrate**. Nutrition Research**, v.23, n.4, p.567–578, 2003a.

MALHEIROS, R. D.; MORAES, V. M. B.; COLLIN, A.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. Free Diet Selection by Broilers as Influenced by Dietary Macronutrient Ratio and Corticosterone Supplementation. 1. Diet Selection, Organ Weights, and Plasma Metabolites. **Poultry Science**, Champagne, v.82, n.1, p.123-131, 2003b.

MORAN, E.T.; BUSHONG, R.D.; BILIGI, S.F. Reducing dietary crude protein for broilers while dietary amino acids by least-cost formulation: live weight performance, litter composition, and yield of fast food carcass cuts at six weeks. **Poultry Science**, Champaign, v.71, n.10, p.1687-1694, 1992.

NIETO, R.; AGUILERA, J.F.; FERNANDEZ-FIGARES, I.; PRIETO, C. Effect of a low protein diet on the energy metabolism of growing chickens. **Archiv fuer Tierernahrung**., v.50, n.2, p.105–109, 1997.

PAARS, J.F.; SUMMERS, J.D. The effect of minimizing amino acids excesses in broiler diets. **Poultry Science**, Champaign, v.70, n.7, p.1540-1549, 1991.

PAYNE, R.L.; SOUTHERN, L.L. Comparison of inorganic and organic selenium sources for broilers. **Poultry Science**, Champaign, v.84, n.6, p.898-902, 2005.

PESTI, G.M.; FLETCHER, D.L. The response of male broiler chickens to diets with various protein content during the grower and finisher phases. **British Poultry Science**, Abingdon, v.25, n.3, p.415-426, 1984.

PINCHASOV, Y.; MENDONÇA, C.X.; JENSEN, L.S. Broiler chick response to low protein diets supplemented with synthetic amino acids. **Poultry Science**, Champaign, v.69, n.11, p.1950-1955, 1990.

ROSEBROUGH, R.W.; MITCHELL, A.D.; MCMURTRY, J.P. Dietary crude protein changes rapidly alter metabolism and plasma insulin-like growth factor-I concentrations in broiler chickens. **Journal of Nutrition**, Baltimore, v.126, n.11, p.2888–2898, 1996.

ROSEBROUGH, R.W.; STEELE, N.C. Energy and protein relationships in the broiler. 1. Effect of protein levels and feeding regimens on growth, body composition, and in vitro lipogenesis of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v.64, n.1, p.119–126, 1985.

RUTZ, F. Proteínas: digestão e absorção. In: MACARI, M; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p.135-141.

RYU, Y.-C.; RHEE, M.-S.; LEE, K.-M.; KIM, B.-C. Effects of Different Levels of Dietary Supplemental Selenium on Performance, Lipid Oxidation, and Color Stability of Broiler Chicks. **Poultry Science**, Champaign, v.84, n.5, p.809-815, 2005.

SABINO, H.F.N.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R.; FREITAS, E.R. Níveis protéicos na ração de frangos de corte na fase de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.5, p.407-412, 2004.

SHURLOCK, T.G.H.; FORBES, J.M. Effect on voluntary food intake of infusions of glucose and amino acids into the hepatic portal vein of chickens. **British Poultry Science**, Abingdon, v.25, n.3, p.303-308, 1984.

SKLAN, D.; PLAVINIK, I. Interactions between dietary crude protein and essencial amino acid intake on performace in broilers. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 43, n.3, p.442-449, 2002.

SMITH, E.R.; PESTI, G.M. Influence of broiler strain cross and dietary protein on the performance of broilers**. Poultry Science**, Champaign, v.77, n.2, p.276-281, 1998.

STUBBS, R.J.; PRENTICE, A.M.; JAMES, W.P.T. Carbohydrates and energy balance. **Annals of the New York Academy of Sciences**, New York, n.819, p.44–69, 1997.

SUMMERS, J.D.; SPRATT, D.; ATKINSON, J.L. Broiler weight gain and carcass composition when fed diets varying in amino acid balance, dietary energy, and protein level. **Poultry Science**, Champaign, v.71, n.2, p.263-273, 1992.

SWENNEN, Q.; JANSSENS, G.P.J.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. Effects of substitution between fat and protein on feed intake and its regulatory mechanisms in broiler chickens: Energy and protein metabolism and diet-induced thermogenesis. **Poultry Science**, Champaign, v.83, n.42, p.1997–2004, 2004.

SWENNEN, Q.; JANSSENS, G.P.J.; MILLET, S.; VANSANT. G; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. Effects of substitution between fat and protein on feed intake and its regulatory mechanisms in broiler chickens: Endocrine functioning and intermediary metabolism. **Poultry Science**, Champaign, v.84, n.7, p.1051–1057, 2005.

TOBIN, G.; BOORMAN, K.N. Carotid or Jugular amino acid infusions and food intake in the cockerel. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.41, n.1, p.157-162, 1979.

CAPÍTULO 3 – ENVOLVIMENTO DOS MACRONUTRIENTES E SELÊNIO SOBRE AS ALTERAÇÕES METABÓLICAS E BIOQUÍMICAS DE FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS A ESTRESSE POR CALOR.

RESUMO – O experimento teve como objetivo averiguar as alterações metabólicas e bioquímicas, principalmente relacionadas à capacidade anti-oxidante muscular, quando frangos foram submetidos a diferentes alterações nos macronutrientes e da adição do selênio na dieta, ao serem submetidas ao estresse térmico de calor de forma aguda. Foi utilizado o esquema fatorial 4X2 (quatro rações X dois níveis de selênio) distribuído ao acaso. Aos 28, 35 e 42 dias de idade, as aves foram submetidas a estresse térmico de 35°C por seis horas. Foram avaliados os parâmetros glicose, triglicérides, ácido úrico e creatina quinase (CK). Aos 42 dias após o estresse térmico foram dosados no músculo do peito a glutationa peroxidase (GSH-Px), superóxido dismutase (SOD), catalase e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS). As alterações nos macronutrientes causaram alterações metabólicas e bioquímicas nos frangos, sendo que o nível protéico da dieta causou grande impacto sobre os níveis de triglicérides e ácido úrico nas aves. Frangos submetidos a estresse por calor apresentaram alterações nas concentrações dos metabólitos plasmáticos, e na atividade da catalase em aves arraçoadas com diferentes alterações nos macronutrientes da dieta. A adição de Se na concentração de 0,3 ppm não influenciou os parâmetros sanguíneos dos 14 aos 42 dias de idade, porém houve influência no ácido úrico aos 28 dias, triglicérides, ácido úrico e CK aos 35 dias e para glicose aos 42 dias, quando as aves foram submetidas a estresse por calor. Esta adição não teve efeito nas enzimas catalase, SOD e GSH-Px, mas observou-se efeito significativo sobre os níveis de TBARS.

Palavras-Chaves: estresse térmico, frangos de corte, indicadores humorais, macronutrientes, parâmetros bioquímicos, selênio

THE ENVIROMENT OF THE MACRONUTRIENTS AND THE SELENIUM OVER BOTH THE METABOLICAL AND BIOCHEMICAL ALTERATIONS IN BROILER CHICKEN SUBMITTED TO A STRESSING HEAT

SUMMARY – The experiment had as its main objetive to study both the metabolic and biochemical alterations, mainly those related to the muscular, and antioxiodants capcacities, when the broliers are submitted to different changes in their macronutrients, and the addition of selenium into the diet while being submitted to an acute thermical stress. It was used the 4 X 2 factorial design (4 diets X 2 levels of selenium) distributed randomly. At 28, 35 and 42 days of life, the birds were submitted to a thermical stress of 35°C for 6 hours. It was evaluated the parameters of glucose, triglyceride, uric acid and creatine kinase (CK). At 42 days after the thermical stress, it was dosed in the muscular tissue of the trunk, the glutathione peroxidase (GSH-Px), superoxide dismutase (SOD), catalase and thiobarbituric acid reacting substances (TBARS). The alterations in the macronutrients caused metabolic and biochemical changes in the broilers, the proteic level of the feed caused great impact over the levels of the trygliceride and uric acid in the birds. Broilers submitted to a heating stress presented alterations in the concentrations of the plasmatic metabolites and also, in the catalase in birds dieted with different alterations in their feed. The addition of seleniun in the concentration of 0,3 ppm did not alter the blood parameters from the 14 to 42 days of life, however, there was some influence in the uric acid at 28 days, triglyceride, uric acid, and CK at 35 days, and glucose at 42 days, when the birds were submitted to a heating stress. This addition did not affect the catalase, SOD and GSH-Px, but a significative effect was detected over the TBARS.

Key-words: broiler chickens, biochemical parameters, humor indicators, macronutrients, selenium, thermical stress

Introdução

A temperatura ambiente é um fator muito importante para obter-se um ótimo desempenho em frangos de corte. Temperaturas acima de 30°C não permitem as aves manter a temperatura corporal que tende a aumentar, sendo que neste ponto as mudanças bioquímicas e fisiológicas começam a ocorrer.

Há um desafio constante de fatores intrínsicos e extrínsicos ou estressores sobre a homeostase das aves. Condições estressantes podem estimular níveis excessívos de substâncias reativas ao oxigênio (ROS), resultando em um desbalanço entre a oxidação e o sistema antioxidante dos frangos, caracterizando assim o chamado estresse oxidativo (LIN et al., 2006). A alta temperatura pode ser considerada como um forte estressor climático, causando prejuízos no sistema antioxidante em frangos (WOLFENSON et al., 1979; DONKOH, 1989), aumentando assim a produção de ROS e a peroxidação lipídica nos tecidos e no soro sanguíneo. Para combater esses radicais livres, existem nos tecidos sistemas de defesas antioxidante na forma enzimática e não enzimática, sendo que as enzimas catalase, superoxido dismutase e glutationa peroxidase, são consideradas marcadores do estresse oxidativo, tendo como função de "scavenging" ou seja, recolhem os radicais prejudiciais (MAINI et al., 2007).

Estes radicais livres são altamente instáveis e reativos, são capazes de danificar moléculas biologicamente importantes, como DNA, proteína e lipídios. O dano causado ao DNA pelos radicais livres, esta associado à mutações, erros de transcrição e inibição de síntese protéica, danos nas proteínas causam modificações no transporte iônico e alteram a atividade enzimática, já a peroxidação dos ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) leva a alteração da composição, estrutura e propriedades (permeabilidade e fluidez) da membrana. (KARADAS & SURAI, 2004).

Para lidar com os radicais livres que são constantemente produzidos, o organismo produz uma série de enzimas antioxidantes que reagem a estes radicais, mas para isso necessitam de co-fatores metálicos. O selênio na forma de selenocisteína é parte de uma família de enzimas chamadas de glutadiona peroxidase (GSH-Px) e tiredoxina redutase, o cobre, o zinco e o manganês são parte da família superóxido dismutase (SOD), já o ferro faz parte da enzima catalase. Para que haja a

síntese destes antioxidantes é necessário que estes metais sejam supridos através da dieta, pois se houver deficiência destes no organismo, há ocorrência de estresse oxidativo e danos a moléculas e membranas (KARADAS & SURAI, 2004).

Em frangos de corte o aumento na atividade plasmática da enzima creatina quinase (CK) está associado a danos musculares, pois este é liberado na circulação após mudanças na permeabilidade do sarcolema, geralmente em resposta a diversos patógenos e exposição a fatores ambientais estressantes, como por exemplo, o estresse agudo por calor (SILLER et al. 1978; MITCHEL & SANDERCOCK, 1995, SANDERCOCK et al., 2001). Portanto é reconhecido que esta atividade plasmática é um confiável bioindicador para aumento de miopatia, devido ao enfraquecimento da integridade da membrana celular e quebra da homeostase celular do Ca^{+} (MITCHELL et al., 1999; SANDERCOCK et al., 2001).

Sabe-se que a proteína bruta e energia metabolizável *per se* assim como a proporção entre estes, afetam fortemente a performance de frangos de corte e sua composição corpórea (BUYSE et al., 1992; COLLIN et al., 2003), mas na literatura há poucos estudos que focam os mecanismos fisiológicos responsáveis pelo desempenho zootécnico, quando estes são alimentados com diferentes conteúdos nos macronutrientes proteína, carboidrato e lipídio. Alguns destes estudos estão focados na energia e metabolismo do nitrogênio (BUYSE et al., 1992) e metabolismo intermediário (ROSEBROUGHT et al., 1999) e funções endócrinas, mas deve ser mantido em mente que se alternada a concentração de um macronutriente, também há alteração sobre os outros, o que torna difícil atribuir os efeitos observados a um macronutriente específico, sendo que poucos trabalhos levam esse ponto em consideração (MALHEIROS et al. 2003a; SWENNEN et al., 2005).

Assim o presente trabalho teve como objetivo averiguar quais seriam as possíveis alterações metabólicas e bioquímicas, principalmente relacionadas à capacidade anti-oxidante muscular, quando frangos de corte são submetidos a diferentes alterações nos macronutrientes e da adição do selênio (Se) na dieta, ao serem submetidas ao estresse térmico de calor de forma aguda.

Material e Métodos

Este experimento foi conduzido no galpão experimental do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, SP.

De um incubatório local foram obtidos 480 pintos de corte de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb-500®, os quais foram criados até o 7º dia com dieta comercial, nos níveis recomendados pelo manual da linhagem. No oitavo dia de idade, as aves foram submetidas às dietas experimentais (Tabela 1). Para a montagem do experimento foi utilizado o esquema fatorial 4X2 (quatro rações X dois níveis de selênio), com oito tratamentos e quatro repetições de 15 aves por parcela totalizando 32 boxes, que foram distribuídos ao acaso.

Os tratamentos utilizados foram:

T_1 – Controle com 0,3 ppm de Se;

T_2 – Controle sem Se;

T_3 – Baixa proteína com 0,3 ppm de Se;

T_4 – Baixa proteína sem Se;

T_5 – Baixo carboidrato com 0,3 ppm de Se;

T_6 – Baixo carboidrato sem Se;

T_7 – Baixo lipídio com 0,3 ppm de Se;

T_8 – Baixo lipídio sem Se;

As aves foram alojadas em galpão experimental constituído de boxes de 2,50 m de comprimento X 1,50 m de largura, totalizando 3,75 m², forradas com cama de maravalha na altura de ± 5 cm. Cada box foi equipado na primeira semana com comedouro infantil e bebedouro do tipo copo de pressão, colocados sob estrado de madeira de 0,40 m x 0,40 m. Após a primeira semana, os equipamentos foram substituídos por bebedouros pendulares automáticos e comedouros tubulares de 20 kg de capacidade.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das dietas experimentais de acordo com os tratamentos.

	DIETAS EXPERIMENTAIS			
Ingredientes	Controle	Baixa Proteína	Baixo CHO	Baixo Lipídio
Milho	59,19	74,65	46,02	36,80
Farelo de Soja, 45	32,00	13,74	34,40	30,61
Óleo Vegetal	2,31	1,05	6,70	1,00
Glúten	1,00	1,00	1,00	5,00
Amido	1,00	1,00	1,00	21,87
Fosfato Bicálcio	2,28	2,39	2,32	2,37
Calcário	1,06	1,09	1,02	1,00
Sal	0,35	0,35	0,35	0,35
Caulin	----	2,30	6,20	----
Antioxidante	0,01	0,01	0,01	0,01
Supl. Mineral e Vitamínico[1]	0,50	0,50	0,50	0,50
DL-metionina	0,24	0,43	0,25	0,22
L-lisina	0,05	0,80	0,12	0,24
L-treonina	0,01	0,29	0,11	0,03
L-Triptofano	----	0,04	----	----
L-Arginina	----	0,36	----	----
Total	100	100	100	100
Energia e Nutrientes	Composição Calculada			
Energia Metabolizável (kcal Em/kg)	3000	3000	3000	3000
Proteína bruta (%)	20	13	20	20
Extrato Etéreo (%)	5,00	4,00	8,98	3,00
Ca (%)	1,00	1,00	1,00	1,00
P disp. (%)	0,50	0,50	0,50	0,50
CHO+Amido (%)	41,90	49,30	34,00	45,09
Cinzas (%)	6,34	5,61	6,32	6,11
Fibra (%)	3,10	2,19	3,03	2,67
Treonina (%)	0,80	0,80	0,80	0,80
Met+Cistina (%)	0,90	0,90	0,90	0,90
Triptofano (%)	0,26	0,19	0,27	0,25
Lisina (%)	1,10	1,20	1,20	1,20
Arginina (%)	1,33	1,15	1,35	1,26

[1] **Suplemento mineral e vitamínico** – Vitamina A 2.500.000 U.I., Vitamina D3 500.000 U.I., Vitamina B12 3.000 mcg, Ácido Fólico 150 mg, Biotina 13 mg, Niacina 8.750 mg, Pantetonato de Cálcio 2.800 mg, Cobalto 25 mg, Cobre 1.500 mg, Ferro 12.500 mg, Iodo 250 mg, Manganês 16.250 mg, Selênio 50mg, Zinco 11.250 mg, Cloreto de Colina 50% 175.000 mg, DL-Metionina 375.000 mg, Promotor de Crescimento 20.000 mg, Coccidiostático 20.000 mg, Antioxidante 2.000mgVitamina E 3.700 mg, Vitamina K3 625 mg, Vitamina B1 375 mg, Vitamina B2 1.250 mg, Vitamina B6 375 mg.

Para realizar o aquecimento inicial das aves na primeira semana de vida, cada box possuía uma lâmpada de 200 watts de potência, que era mantida acesa continuamente e as cortinas foram mantidas fechadas. Após este período as cortinas foram manejadas de acordo com o comportamento das aves e da temperatura ambiente.

As aves foram vacinadas no incubatório contra a doença de Marek e Bouba aviária, no sétimo dia foi realizada vacinação, via ocular, contra Gumboro (cepa fraca), e no 14° dia de idade, via água de bebida, contra as doenças de Newcastle e Gumboro (cepa forte).

O programa de luz adotado foi de 24 horas de luz, utilizando lâmpadas incandescentes de 60 watts de potência. A água e a ração foram fornecidas *ad libitum* durante todo o período experimental. As temperaturas máxima e mínima foram registradas diariamente utilizando um termohigrômetro digital, cujos valores semanais médios estão registrados na Tabela 2.

Tabela 2. Temperatura e umidade máximas e mínimas durante o período experimental.

Idade (Semanas)	Temperatura (°C)		Umidade (%)	
	Mínimo	**Máximo**	**Mínimo**	**Máximo**
1	21,40	31,66	53,57	86,86
2	22,73	32,99	46,43	82,14
3	20,57	31,56	41,00	85,86
4	20,64	32,60	37,71	86,29
5	21,22	32,52	39,00	90,50
6	20,33	28,32	54,50	93,33
Média	21,15	31,61	45,37	87,50

No início do experimento as aves foram pesadas e distribuídas, tomando como base o peso médio do lote, com o objetivo de obter uma homogeneidade das aves nos tratamentos.

Aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade, no mesmo horário foram coletadas amostras de sangue por punção da veia braquial de 10 aves amostradas aleatoriamente por tratamento, para isto utilizou-se seringas de plástico heparinizadas com capacidade de 5 mL e agulhas de 25 x 7 mm, e o sangue coletado foi

acondicionado em tubos do tipo Falcon**.** As amostras foram resfriadas em gelo até o término das coletas, e imediatamente após a finalização deste procedimento, o sangue foi centrifugado a 3000 rpm e 4°C por 10 minutos para a separação do plasma, em seguida estes foram retirados através de micropipetas, armazenados em "eppendorfs", identificados e finalmente congelados para posterior análise.

Os parâmetros bioquímicos sangüíneos avaliados nestas amostras foram: glicose, creatina-quinase (CK), ácido úrico e triglicérides; de acordo com técnicas descritas em MALHEIROS et al. (2003a), utilizando kits comerciais (LABTEST). As leituras das amostras foram realizadas no Laboratório de Pesquisa do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária, localizado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, SP, utilizando um espectrofotômetro (LABQUEST, semi-automatic spectrophotometer), com comprimento de onda adequado para cada teste.

Para a realização do estresse térmico de calor aos 28, 35 e 42 dias de idade, 10 aves de cada tratamento foram transferidas para 8 boxes de 2,5 x 1,0 m, situados dentro de uma câmara climática de material termo-isolante, onde receberam ração e água a vontade. Desta forma, estas aves foram submetidas ao estresse de calor a uma temperatura ambiente de 35ºC por 6 horas. O aquecimento da câmara foi realizado através de três postes com lâmpadas infravermelhas de 250 watts de potência, e a temperatura foi monitorada durante todo o período com o uso de um termohigrômetro digital. Em cada uma dessas idades antes e após o estresse por calor, foram coletadas amostras de sangue das 80 aves envolvidas, as quais foram imediatamente centrifugadas para a separação do plasma, e estes foram armazenados em "eppendorfs" identificados e congelados para posterior análise dos níveis de glicose, ácido úrico, triglicérides e CK, da mesma forma como descrito anteriormente.

Aos 42 dias de idade, todas as aves envolvidas no estresse por calor foram sacrificadas, e realizaram-se coletas de amostra do tecido muscular peitoral. Neste mesmo dia também foram sacrificadas e coletadas amostras de mais dez aves por tratamento, as quais não estavam envolvidas no estresse térmico, objetivando assim a obtenção de um grupo controle para se comparar os efeitos causados pelo estresse

agudo por calor, sobre os indicadores humorais e peroxidação lipídica no músculo do peito.

As amostras de tecido foram congeladas imediatamente em nitrogênio líquido e mantidas a –70º C até o momento das dosagens laboratoriais dos níveis de substâncias reativas ao ácido tiobarbiturico (TBARS) de acordo com BUEGE & AUST, (1978) e GRAU et al. (2000). Nestas mesmas amostras também foram dosados os indicadores humorais relacionados aos radicais livres produzidos pela ave, tais como: atividade catalase, superóxido dismutase (SOD) e glutadiona peroxidase (GSH-Px) de acordo com as técnicas descritas respectivamente por; BEERS & SIZER, (1952); BEAUCHAMP & FRIDOVICH, (1971) e CARLBERG & MANNERVIK, (1985).

As análises estatísticas dos resultados obtidos foram realizadas através do programa SISVAR® versão 5.0*,* os dados foram previamente submetidos às pressuposições de homogeneidade dos erros, homocedasticidade das variâncias e os valores “outliers” identificados foram retirados. Em caso de diferença estatisticamente significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p<0,005$). A análise dos dados se limitaram até a interação dupla dos resultados obtidos.

Para a análise estatística dos dados referentes as coletas sangüíneas realizadas semanalmente dos 14 aos 42 dias de idade, utilizou-se um delineamento de parcela subdividida no tempo. Já para a análise dos resultados referentes aos dados bioquímicos sangüíneos das aves submetidas ao calor, foi utilizado um delineamento fatorial 4 x 2 x 2 com quatro rações (controle, baixa proteína, baixo carboidrato, baixo lipídeo), dois níveis de selênio (0 e 0,3 ppm) e dois períodos (antes e depois do estresse agudo por calor).

Para o estudo estatístico dos dados obtidos nas amostras de músculo de peito das aves submetidas a estresse por calor agudo, utilizou-se um delineamento em fatorial 4 x 2 x 2 com quatro rações (controle, baixa proteína, baixo carboidrato e baixo lipídeo), dois níveis de selênio (0 e 0,3 ppm) e dois grupos (grupo com estresse por calor e grupo sem estresse por calor).

Na análise dos parâmetros sanguíneos dos 14 aos 42 dias de idade, os dados de alguns parâmetros necessitaram serem transformados, por violarem as pressuposições exigidas para a realização da ANOVA (homogeneidade dos erros e homocedasticidade das variâncias), os parâmetros ácido úrico e creatina quinase (CK) foram transformados na escala logarítimica de base 10, já para o triglicérides foi utilizado a raiz quadrada, e para o parâmetro glicose foi utilizado a relação inversa (1/Glicose).

Quanto aos dados relativos ao estresse por calor foi utilizado transformação na escala logarítimica de base 10 para o ácido úrico aos 28 e 35 dias, para o CK aos 28, 35 e 42 dias e para os parâmetros triglicérides e glicose aos 42 dias de idade. A transformação raiz quadrada foi utlizada para triglicérides aos 28 e 35 dias e ácido úrico aos 42 dias. Já para glicose aos 28 dias utilizou-se a relação inversa (1/Glicose).

Na análise dos tecidos, para a transformação dos dados das enzimas glutationa peroxidase e catalase foi utilizado a raiz quadrada, já para os níveis de TBARS foi utilizado transformação na escala logarítimica de base 10.

Resultados e Discussão

Análise dos parâmetros sanguíneos de 14 a 42 dias de idade

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados e a análise estatística conjunta dos parâmetros sangüíneos de frangos de corte com 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade. Pelos resultados observa-se interação significativa para os fatores ração e dia nos parâmetros glicose, ácido úrico e creatina quinase (CK), sendo que nas Tabelas 4, 5 e 6 são apresentados respectivamente os seus desdobramentos.

Tabela 3. Parâmetros sanguíneos: glicose, triglicérides, ácido úrico e creatina quinase (CK) de frangos de corte de 14 a 42 dias de idade.

Fatores	Parâmetros Analisados (mg/dL)			
	Glicose	**Triglicérides**	**Ácido Úrico**	**CK**
Ração (R)				
Controle	240,19	94,56 b	7,35	4749
Baixa Proteína	248,03	127,69 a	5,44	3269
Baixo Carboidrato	237,10	91,96 b	7,82	4103
Baixo Lipídio	239,86	90,77 b	7,51	4420
CV (%)	4,61	17,05	7,92	6,95
Selênio (Se)				
0,3 ppm	242,19	97,73	7,01	4047
0 ppm	240,22	104,61	7,02	4211
CV (%)	4,45	20,78	6,91	5,96
Dia (D)				
14	246,00	114,42 ab	7,90	559
21	248,84	115,37 a	7,26	1747
28	230,84	97,63 bc	7,62	3827
35	241,74	95,48 cd	6,09	5636
42	239,02	82,46 d	6,23	10251
CV (%)	6,57	14,57	9,34	5,75
		Probabilidades		
R	0,0007	< 0,0001	< 0,0001	0,1246
Se	0,2429	0,2840	0,9497	0,9466
D	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
R x Se	0,4026	0,6238	0,5894	0,1118
R x D	0,0005	0,0605	< 0,0001	< 0,0001
Se x D	0,0575	0,7840	0,4176	0,6230
R x Se x D	0,0578	0,4452	0,0369	0,0552

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Observa-se que as diferentes alterações nos macronutrientes não influenciaram estatisticamente a concentração plasmática de creatina quinase (CK). Com relação ao fator dia, o menor nível deste metabólito foi obtido aos 14 dias de idade e o maior aos 42 dias.

A adição de selênio na concentração de 0,3 ppm não influenciou significativamente nenhum dos parâmetros analisados, nem houve interação deste com os demais fatores (ração e dia).

Tabela 4. Desdobramento da interação entre ração e dia para glicose de frangos de corte.

Ração (R)	Dias (D)					Probabilidade
	14	21	28	35	42	
Controle	257,68 A a	245,39 AB	222,28 C	242,68 AB	233,54 BC b	< 0,0001
Baixa Proteína	257,43 A a	253,51 AB	235,80 B	235,67 B	256,15 A a	0,0010
Baixo Carboidrato	232,08 B b	251,23 A	231,67 B	239,93 AB	230,62 B b	0,0143
Baixo Lipídio	236,83 b	245,35	233,62	247,75	235,76 b	0,1152
Probabilidade	< 0,0001	0,5284	0,0891	0,2671	0,0004	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Tabela 5. Desdobramento da interação entre ração e dia para ácido úrico de frangos de corte.

Ração (R)	Dias (D)					Probabilidade
	14	21	28	35	42	
Controle	7,95 A a	8,88 A a	7,71 A a	5,88 B ab	6,35 B a	< 0,0001
Baixa Proteína	5,89 b	6,03 c	4,96 b	5,20 b	5,12 b	0,0382
Baixo Carboidrato	9,12 A a	6,91 C bc	8,72 AB a	7,23 BC a	7,32 BC a	0,0006
Baixo Lipídio	8,74 AB a	7,23 BC b	9,29 A a	6,15 C ab	6,14 C ab	< 0,0001
Probabilidade	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0003	< 0,0001	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Tabela 6. Desdobramento da interação entre ração e dia para creatina quinase (CK) de frangos de corte.

Ração (R)	Dias (D)					Probabilidade
	14	21	28	35	42	
Controle	527 D	1173 C c	4710 B a	6816 B	12443 A	< 0,0001
Baixa Proteína	628 D	1932 C ab	2505 C b	4292 B	7729 A	< 0,0001
Baixo Carboidrato	463 D	1217 C bc	4657 B a	5578 B	9793 A	< 0,0001
Baixo Lipídio	617 D	2668 C a	3437 C ab	5869 B	11369 A	< 0,0001
Probabilidade	0,3941	0,0001	0,0072	0,1608	0,0686	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

O estudo do desdobramento entre ração e dia para glicose apresentado na Tabela 4, mostra que dentro do fator dia frangos com 14 dias de idade arraçoados com dieta controle e baixa proteína apresentaram estatisticamente a maior concentração de glicose, já aos 42 dias as aves alimentadas com ração de baixa proteína apresentaram estatisticamente a maior concentração, nos demais dias não houve diferença significativa entre as rações estudadas. Pelo estudo dentro de ração observa-se que a dieta de baixo lipídio não causou efeito significativo na glicose plasmática das aves, porém a dieta controle causou maior nível aos 14 dias de idade e menor no 28º dia. A dieta de baixa proteína apresentou-se elevada no 14º e 42º dia e obteve menor nível aos 28 e 35 dias de idade. Já para as dietas de baixo carboidrato a maior concentração ocorreu aos 21 dias, sendo que aos 14, 28 e 42 dias foram observados as menores concentrações.

No desdobramento da Tabela 5 para ácido úrico, as aves arraçoadas com dietas de baixo teor protéico não obtiveram diferença significativa nos níveis deste metabólito no decorrer dos dias. As rações controle e baixo lipídio apresentaram uma tendência de redução nos níveis deste metabólito. Já os frangos que receberam dietas de baixo carboidrato apresentaram a menor concentração aos 21 dias e a maior no 14º dia de idade. Já o estudo dentro do fator dia mostrou que aves que receberam as dietas de reduzido teor protéico obtiveram a menor concentração plasmática de ácido úrico em todos os dias estudados.

Na Tabela 6 é apresentado o desdobramento entre os fatores ração e dia para o CK. Em todas as aves do experimento observa-se que dentro do fator ração, há aumento acentuado nos níveis de creatina quinase entre os dias 14 e 42. Já o estudo dentro de dia, mostra que no 21º dia os frangos alimentados com ração de baixo lipídio obtiveram a menor concentração deste metabólito no plasma, quando comparado com os que receberam dietas com baixo carboidrato e a controle, não diferindo significativamente da ração com de baixa proteína. Aos 28 dias aves arraçoadas com dietas controle e de baixo carboidrato apresentaram significativamente maior concentração de CK, quando comparadas com as aves do tratamento baixa proteína. Para os demais dias não se observa diferença estatística nos níveis estudados.

Assim no estudo da interação ração e dia para o parâmetro glicose apresentado na Tabela 4, observa-se que as coletas realizadas aos 21, 28 e 35 dias de idade as dietas não influenciaram estatisticamente este parâmetro, resultados que concordam com os obtidos por MALHEIROS et al. (2003), onde ao testar dietas isocalóricas semelhantes ao presente trabalho, também tomando como ponto de vista a substituição pareada dos macronutrientes, observaram que a glicose não foi alterada pelo conteúdo dos macronutrientes da dieta. Resultados semelhantes foram descritos nos estudos de COLLIN et al. (2003) e SWENNEN et al. (2005, 2006).

Para SWENNEN et al. (2007) essa ausência de efeito significativo da composição da dieta, sobre a concentração de glicose sanguínea, é devido provavelmente à estrita regulação do metabolismo do carboidrato em frangos de corte. Já foi observado que essas aves possuem alto grau de homeostase da glicose (SIMON, 1989) mesmo quando estão são jejuados ou realimentados.

MALHEIROS et al. (2003) encontraram que as aves ao receberem dietas de 15,8% de proteína quando comparados com aves que receberam rações de 19,6%, apresentaram maior deposição de gordura abdominal, e ao mesmo tempo alta concentração plasmática do metabólito triglicérides, resultados que concordam com o presente estudo, pois neste trabalho, as aves arraçoadas com rações de baixo teor protéico obtiveram valores estatisticamante maiores que as demais aves dos demais tratamentos, resultados semelhantes também foram relatados nos experimentos de SWENNEN et al. (2005, 2006), ROSEMBROUGH et al. (1996).

Como o triglicérides é o produto principal da síntese *de novo* na lipogênese hepática em frangos, este aumento nos níveis do metabólito triglicérides no plasma dos frangos alimentados com dietas de reduzido teor protéico, é devido principalmente a uma estimulada lipogênese hepática (SWENNEN et al., 2007). A substituição das calorias provenientes da proteína por calorias provenientes dos carboidratos ou gordura, é associado a elevações na atividade das enzimas lipogênicas hepáticas, assim como a atividade lipogênica hepática *in vitro*, acarretando em maior deposição de gordura (ROSENBROUGH et al., 1996, 2002, 2004).

As alterações isoergéticas realizadas nas rações de baixo carboidrato e baixo lipídio, não tiveram efeito significativo nos níveis plasmáticos de triglicérides nas aves, estando de acordo com a falta de diferença significativa para o parâmetro gordura abdominal (COLLIN et al., 2003).

O parâmetro metabólico triglicérides foi significativamente afetado pela idade das aves ($P < 0,0001$), sendo alto aos 14 e 21 dias e diminuindo gradativamente até os 42 dias onde apresenta a menor concentração plasmática. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por MALHEIROS et al. (2003a).

O desdobramento apresentado na Tabela 5 para ração e dia para ácido úrico, mostra que dentro do fator dia, os níveis deste metabólito nas aves que receberam dietas de baixa proteína, foi menor quando comparado com as aves dos demais tratamentos, apesar de que estatisticamente não tenha diferenciado de todos os demais frangos, esta concentração foi pelo menos 12% mais baixa. Sendo que este efeito ficou mais evidente na coleta realizada aos 28 dias de idade, onde os frangos arraçoados com baixa proteína obtiveram estatisticamente a menor concentração de ácido úrico.

As proteínas ao contrário do que ocorre com os carboidratos e lipídios possuem átomos de nitrogênio em seus aminoácidos, além de carbono, oxigênio e hidrogênio, e quando removido este nitrogênio recebe a denominação de grupo amino (NH_4^+), sendo que em aves, o excesso de NH_4^+ é convertido em ácido úrico e excretado (RUTZ, 2002). Portanto neste trabalho a menor concentração deste metabólito encontrado no plasma de frangos arraçoados com dietas de reduzido teor protéico, sugerem uma menor degradação de aminoácidos, sendo uma conseqüência do seu baixo suprimento, quando comparados com dietas de baixo carboidrato e baixo lipídio, (COLLIN et al., 2003), tornando-o assim um biomarcador para a degradação de aminoácidos (SWENNEN et al., 2003).

ROSEBROUGHT et al. (1996) ao fornecer dietas contendo 12% e 20% de proteína a frangos de corte, obtiveram que aos 28 dias de idade as aves alimentadas com dietas com baixo teor de proteína, apresentaram concentrações de ácido úrico significativamente menores ($P=0,007$) do que as aves que receberam dietas com alto conteúdo protéico. Após uma inversão das dietas, ou seja, frangos que receberam

dietas com baixo teor protéico até os 28 dias, receberam rações com 20% de proteína até os 40 dias de idade e vice-versa, os autores observaram que a troca de uma dieta de baixo para alto teor protéico, acarretou em aumento gradativo dos níveis de ácido úrico nas aves, sendo que no inverso a concentração plasmática deste metabólito não diminuiu até 12 dias após a troca.

Estudando os efeitos dos macronutrientes no metabolismo da energia em frangos de corte COLLIN et al. (2003), observaram que as aves submetidas a dietas com baixa proteína resultam em menor concentração plasmática de ácido úrico, em relação às que receberam dietas com baixo carboidrato e baixo lipídio, sugerindo menor degradação dos aminoácidos estando diretamente ligado ao baixo suprimento destes, mas os autores em sua discussão também levantam a hipótese de que um mecanismo poupador de proteína também esteja envolvido. Resultados semelhantes também foram encontrados por SWENNEN et al. (2005, 2006).

Esta diminuição dos níveis de ácido úrico em aves recebendo dietas de baixa proteína, encontrados neste experimento e nos trabalhos de ROSEBROUGH et al. (1996), COLLIN et al. (2003) e SWENNEN et al. (2005, 2006) reforçam a conclusão do trabalho realizado por JACKSON et al. (1982), onde a utilização da proteína é inversamente relacionada ao seu consumo. Pois apesar de a retenção de proteína ser menor em aves arraçoadas com rações com baixo conteúdo protéico, a eficiência de retenção de proteína (proteína retida/proteína consumida) diminui com aumento do consumo protéico (Sklan & Plavnik., 2002 citado por SWENNEN et al., 2007),

Observa-se que os níveis de ácido úrico tendem a diminuir dos 14 aos 42 dias de idade independente da ração fornecida aos animais, resultados que estão de acordo com os obtidos por MALHEIROS et al. (2003a, b).

O estudo da interação entre ração e dia para a creatina quinase (CK) apresentado na Tabela 6, mostra que aos 21 dias de idade, as aves alimentadas com dietas de baixo lipídio apresentaram a maior concentração deste metabólito diferindo estatisticamente da ração controle e baixo carboidrato, resultados que parcialmente concordam com os encontrados por MALHEIROS et al. (2004), pois ao realizarem uma substituição isoenergética entre gordura e caboidrato nas dietas, não encontraram

diferença significativa nos níveis de CK nas aves que receberam dietas de baixo carboidrato e baixo lipídio, mas estes foram estatisticamente menores quando comparados com uma ração controle.

Porém aos 28 dias de idade, frangos arraçoados com dieta de baixo carboidrato e controle apresentaram maior concentração deste metabólito no plasma, não diferindo dos que receberam ração com baixo lipídio. Apesar de não diferir estatisticamente, as rações de baixo carboidrato ocasionaram uma maior concentração de CK no plasma das aves quando em comparação com as que receberam baixo lipídio, sendo que esta concentração ficou em média 26% mais elevada. As dietas de baixo carboidrato utilizadas neste experimento possuem alta quantidade de óleo, adicionada para compensar a energia retirada que viria dos carboidratos. Altos níveis dietéticos de gordura aparentemente provocam instabilidade na membrana celular, talvez através de mudanças na composição da membrana fosfolipídica, deixando-as mais susceptíveis a peroxidação (MALHEIROS et al., 2004). Portanto a maior adição de gordura nestas dietas possivelmente pode ter aumentado a peroxidação das membranas das células alterando a estabilidade das células, permitindo assim a fuga do metabólito CK para fora das células.

Para as demais idades (14, 35 e 42 dias de idade), observa-se que as concentrações sanguíneas não foram influenciadas pela composição da dieta, concordando com o estudo de MALHEIROS et al. (2003a). Observa-se ainda que estes autores destacaram a alta variação no nível deste metabólito entre os indivíduos amostrados, sendo que este efeito também foi observado no presente trabalho. MALHEIROS et al. (2003b), atribuiu esta grande variação nos níveis de CK, mesmo quando se trata do mesmo tratamento, provavelmente a origens genéticas.

A concentração plasmática de CK aumenta com o decorrer da idade, e observa-se um aumento bastante acentuado a partir da terceira semana de idade, resultados que estão de acordo com os estudos realizados por MALHEIROS et al. (2003a, b). Sabe-se que a atividade plasmática do metabólito CK, é considerada um biomarcador de miopatia ou danos no músculo esquelético, devido à danos na integridade da membrana celular (sarcolema) e alterações em sua permeabilidade (SANDERCOCK et

al., 2001). SILVA et al. (2007) realizaram um trabalho com o objetivo de estabelecer referências para parâmetros sanguíneos em frangos de corte HYBRO-PG, segundo seus resultados a atividade de CK foi maior em aves mais velhas, provavelmente devido ao desenvolvimento muscular que ocorre neste período.

SANDERCOCK et al. (2001) também observaram um aumento na atividade plasmática de CK em aves maiores e mais velhas, portanto isto deve refletir um aumento dependente da idade ou tamanho. Os autores também consideram que este aumento possa ser uma conseqüência dos programas de seleção genética, nos quais a busca por maiores taxas de crescimento e rendimento muscular, pode ter levado a efeitos adversos sobre a estrutura, metabolismo e parâmetros funcionais em músculos esqueléticos acarretando em miopatia espontânea. Reforçando as hipóteses destes autores, observa-se que as aves do presente experimento tratadas com dietas de baixa proteína, aos 28, 35 e 42 dias de idade apresentaram os menores níveis de CK entre as rações estudadas, o que possivelmente estaria relacionado ao menor ganho de peso apresentado por estas aves durante estes períodos, consequentemente estes frangos apresentaram tamanho reduzido quando comparados com os demais animais, refletindo dependência entre tamanho e CK como descrito anteriormente pelos autores.

A adição de selênio na concentração de 0,3 ppm, não influenciou significativamente os parâmetros sangüíneos (glicose, triglicérides, ácido úrico e CK) das aves alimentadas com diferentes alterações nos macronutrientes, nos períodos estudados.

Parâmetros sangüíneos de frangos de corte com 28, 35, 42 dias de idade, submetidos a estresse térmico.

Os resultados para os parâmetros sanguíneos glicose, triglicérides, ácido úrico e creatina quinase (CK), analisados aos 28 dias de idade, das aves alimentadas com diferentes alterações nos macronutrientes e da adição de selênio e submetidas a estresse agudo por calor, estão apresentadas na Tabela 7. Foi observada interação significativa para ração e estresse para glicose, triglicérides e ácido úrico, e interação para selênio e estresse para ácido úrico, apresentados nas Tabelas 8, 9, 10 e 11 respectivamente.

Tabela 7. Parâmetros sanguíneos: glicose, triglicérides, ácido úrico e creatina quinase (CK) de frangos de corte de 28 dias, submetidos a estresse por calor.

Fatores	**Parâmetros Analisados (mg/dL)**			
	Glicose	**Triglicérides**	**Ácido Úrico**	**CK**
Ração (R)				
Controle	241,18	75,36	6,09	4313
Baixa Proteína	247,21	129,60	4,90	2986
Baixo Carboidrato	242,50	75,39	6,27	3566
Baixo Lipídio	239,44	90,82	6,89	3585
Selênio (Se)				
0,3 ppm	242,87	88,92	6,02	3410
0 ppm	242,29	97,41	6,03	3812
Estresse (E)				
Antes	230,84	95,53	7,57	3642
Depois	254,32	90,80	4,49	3584
CV (%)	6,53	13,94	11,71	6,10
		Probabilidades		
R	0,3685	< 0,0001	0,0004	0,1205
Se	0,9979	0,0732	0,6242	0,4951
E	< 0,0001	0,2154	< 0,0001	0,6898
R x Se	0,4336	0,1707	0,9953	0,3333
R x E	0,0480	0,0455	< 0,0001	0,2481
Se x E	0,2082	0,7305	0,0224	0,8174
R x Se x E	0,5557	0,0830	0,8721	0,6856

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Os níveis plasmáticos de CK não foram influenciados significativamente pela ração, níveis de selênio e pelo estresse térmico aplicados aos frangos.

A adição de selênio na dieta das aves, não influenciou estatisticamente os parâmetros sanguíneos glicose, triglicérides e ácido úrico.

Tabela 8. Desdobramento da interação entre ração e estresse para glicose de frangos de corte de 28 dias de idade, submetidos a estresse por calor.

Ração (R)	Estresse (E)		Probabilidade
	Antes	Depois	
Controle	222,28 B	260,08 A	< 0,0001
Baixa Proteína	235,80 B	258,62 A	0,0013
Baixo Carboidrato	231,67 B	253,34 A	0,0024
Baixo Lipídio	233,62	245,26	0,0635
Probabilidade	0,1174	0,1524	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Pelo desdobramento apresentado na Tabela 8, o estresse térmico aumentou os níveis plasmáticos de glicose nas aves que receberam dietas controle, baixa proteína e baixo carboidrato. Já para as aves que receberam dietas com baixo lipídio não apresentaram diferença significativa após o estresse por calor, para este metabólito.

Tabela 9. Desdobramento da interação entre ração e estresse para triglicérides de frangos de corte de 28 dias de idade, submetidos a estresse por calor.

Ração (R)	Estresse (E)		Probabilidade
	Antes	Depois	
Controle	82,52 b	67,55 b	0,1206
Baixa Proteína	118,63 a	140,56 a	0,0856
Baixo Carboidrato	78,32 b	72,71 b	0,4969
Baixo Lipídio	101,22 A ab	80,43 B b	0,0491
Probabilidade	0,0007	< 0,0001	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Na Tabela 9 o desdobramento da ração e estresse para triglicérides, mostra que o estudo dentro das rações antes e após a aplicação de estresse por calor, as aves arraçoadas com dietas de baixa proteína obtiveram maiores valores plasmáticos deste metabólito, do que os frangos que receberam rações controle e baixo carboidrato e

baixo lipídio, porém apenas não diferiu significativamente para os animais que receberam baixo lipídio antes do tratamento por calor.

Já o estudo dentro de estresse mostra que as dietas de baixo lipídio, resultaram menores níveis plasmáticos de triglicérides após o tratamento por calor.

Tabela 10. Desdobramento da interação entre ração e estresse para ácido úrico de frangos de corte de 28 dias de idade, submetidos a estresse por calor.

Ração (R)	Estresse (E)		Probabilidade
	Antes	Depois	
Controle	7,71 A a	4,47 B	< 0,0001
Baixa Proteína	4,96 b	4,85	0,6950
Baixo Carboidrato	8,37 A a	4,35 B	< 0,0001
Baixo Lipídio	9,29 A a	4,27 B	< 0,0001
Probabilidade	< 0,0001	0,3892	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

O desdobramento da interação entre ração e estresse para ácido úrico, mostrou que dentro das rações antes do estresse de calor, as aves alimentadas com dietas de baixa proteína obtiveram estatisticamente o menor valor, porém não havendo diferença estatística após o estresse. Já o estudo dentro de estresse para as diferentes rações, mostra que houve diminuição significativa de ácido úrico nas aves alimentadas com dietas controle, baixo carboidrato e baixo lipídio, porém não havendo diferença estatística nos frangos que receberam dietas de baixa proteína.

Tabela 11. Desdobramento da interação entre estresse e selênio para ácido úrico de frangos de corte de 28 dias de idade, submetidos a estresse por calor.

Selênio (Se)	Estresse (E)		Probabilidade
	Antes	Depois	
0,3 ppm	7,77 A	4,20 B b	< 0,0001
0 ppm	7,35 A	4,77 B a	< 0,0001
Probabilidade	0,2876	0,0366	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

O estudo da Tabela 11 mostra que dentro dos níveis de selênio houve diminuição significativa do ácido úrico para ambas as concentrações após a aplicação de calor nas aves. Já dentro de estresse após as aves terem sido submetidas à alta

temperatura, observa-se que a adição de selênio na concentração de 0,3 ppm diminuiu significativamente os níveis plasmáticos deste metabólito.

Os resultados para as variáveis: glicose, triglicérides, ácido úrico e creatina quinase (CK), analisados aos 35 dias de idade, de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes alterações nos macronutrientes e da adição de selênio, submetidos estresse térmico, são apresentados na Tabela 12. Pelos resultados constatou-se interação significativa entre ração e estresse para glicose e interação entre ração e selênio para o parâmetro CK, cujos desdobramentos estão apresentados nas Tabelas 13 e 14 respectivamente.

Tabela 12. Parâmetros sanguíneos: glicose, triglicérides, ácido úrico e creatina quinase (CK) de frangos de corte de 35 dias, submetidos a estresse por calor.

Fatores	**Parâmetros Analisados (mg/dL)**			
	Glicose	**Triglicérides**	**Ácido Úrico**	**CK**
Ração (R)				
Controle	254,96	68,68 b	5,15 ab	8257
Baixa Proteína	249,36	98,72 a	4,38 b	6043
Baixo Carboidrato	255,00	63,41 b	6,14 a	9572
Baixo Lipídio	275,26	64,80 b	5,54 a	8152
Selênio (Se)				
0,3 ppm	256,42	69,19 b	5,05 b	8729
0 ppm	261,26	78,94 a	5,50 a	7184
Estresse (E)				
Antes	243,63	95,48 a	6,09 a	6209 b
Depois	273,42	53,00 b	4,45 b	9736 a
CV (%)	9,47	14,46	14,55	6,15
		Probabilidades		
R	0,0028	< 0,0001	< 0,0001	0,0597
Se	0,3407	0,0114	0,0275	0,0707
E	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
R x Se	0,7797	0,1492	0,7834	0,0108
R x E	0,0134	0,8418	0,8327	0,6044
Se x E	0,7889	0,3900	0,0905	0,6735
R x Se x E	0,2423	0,0606	0,8243	0,7882

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Foi observado na Tabela 12 que as aves que receberam dieta de baixa proteína obtiveram o menor valor para ácido úrico, apenas não diferenciando estatisticamente

das aves que receberam ração controle. A adição de selênio diminuiu estatisticamente os níveis de ácido úrico nas aves, já com relação ao estresse observa-se uma diminuição deste metabólito após a aplicação de estresse por calor nos animais.

Para triglicérides, as aves que foram submetidas à ração de baixa proteína apresentaram estatisticamente a maior concentração plasmática em relação às demais dietas. A adição de selênio diminuiu os níveis deste metabólito nas aves, já em relação ao estresse observa-se diminuição significativa após o tratamento por calor.

Os níveis plasmáticos de CK aumentaram significativamente após a aplicação de estresse por calor. Enquanto que para glicose os níveis não foram influenciados pela adição de selênio na ração.

Tabela 13. Desdobramento da interação entre ração e estresse para glicose de frangos de corte de 35 dias de idade, submetidos a estresse por calor.

Ração (R)	**Estresse (E)**		**Probabilidade**
	Antes	**Depois**	
Controle	249,86	260,06 b	0,3111
Baixa Proteína	235,67 B	260,76 A b	0,0192
Baixo Carboidrato	239,93 B	270,07 A b	0,0035
Baixo Lipídio	247,75 B	302,77 A a	< 0,0001
Probabilidade	0,4881	< 0,0001	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

O desdobramento da interação apresentado na Tabela 13 mostrou que dentro do efeito ração, houve aumento dos níveis de glicose nas aves alimentadas com rações de baixa proteína, baixo carboidrato e baixo lipídio, porém não houve diferença significativa para os frangos arraçoados com dieta controle.

Dentro de estresse, após a aplicação de calor, as aves que receberam dietas de baixo lipídio apresentaram estatisticamente maior concentração de glicose no plasma sangüíneo quando comparado aos demais animais. Não houve diferença significativa nos níveis deste metabólito nos frangos arraçoados com diferentes alterações nos macronutrientes antes do tratamento de calor.

Tabela 14. Desdobramento da interação entre ração e selênio para CK de frangos de corte de 35 dias de idade, submetidos a estresse por calor.

Ração (R)	Selênio (Se)			Probabilidade
	0,3 ppm	0 ppm		
Controle	7393	9122	ab	0,4609
Baixa Proteína	7311	4776	c	0,0723
Baixo Carboidrato	8957	10310	a	0,3794
Baixo Lipídio	11254 A	5051 B	bc	0,0016
Probabilidade	0,1725	0,0037		

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

O estudo da Tabela 14 mostra que dentro das rações os animais alimentados com dietas de baixo lipídio apresentaram redução nos níveis de CK após o tratamento por calor.

Depois do estresse por calor, as aves arraçoadas com dietas de baixo carboidrato obtiveram estatisticamente maiores concentrações plasmáticas de CK, quando comparado com as aves alimentadas com rações de baixa proteína e baixo lipídio, porém não diferindo significativamente das que receberam a ração controle.

Na Tabela 15 estão os resultados para os parâmetros sangüíneos glicose, triglicérides, ácido úrico e creatina quinase (CK), de frangos de corte de 42 dias de idade, alimentados com diferentes alterações nos macronutrientes e da adição de Se, submetidas a estresse por calor agudo. Constatou-se interação significativa para ração e estresse, para a variável triglicérides, cujo desdobramento esta discriminado na Tabela 16.

Tabela 15. Parâmetros sanguíneos: glicose, triglicérides, ácido úrico e creatina quinase (CK) de frangos de corte de 42 dias, submetidos a estresse por calor.

Fatores	Parâmetros Analisados (mg/dL)			
	Glicose	Triglicérides	Ácido Úrico	CK
Ração (R)				
Controle	247,90 b	65,33	5,62 a	17227
Baixa Proteína	260,79 a	89,34	4,31 b	12993
Baixo Carboidrato	242,19 b	52,51	6,14 a	14619
Baixo Lipídio	246,61 b	61,33	5,37 a	17713
Selênio (Se)				
0,3 ppm	254,28 a	67,41	5,44	16390
0 ppm	244,47 b	64,37	5,28	14824
Estresse (E)				
Antes	239,02 b	77,07	6,23 a	13908 b
Depois	260,39 a	54,99	4,46 b	17394 a
CV (%)	1,22	6,63	13,08	6,26
		Probabilidades		
R	0,0020	< 0,0001	0,0002	0,0731
Se	0,0054	0,6736	0,6062	0,3043
E	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0337
R x Se	0,6972	0,1524	0,1458	0,1420
R x E	0,2992	0,0048	0,8485	1,0000
Se x E	0,3715	0,1323	0,4896	0,9975
R x Se x E	0,1304	0,3198	0,1691	0,3106

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

As aves arraçoadas com rações de baixa proteína apresentaram maior concentração de glicose, a adição de selênio nas dietas aumentou estatisticamente este metabólito no plasma das aves. Após a aplicação de estresse por calor nas aves, observa-se aumento significativo da glicose nos animais.

Quanto ao ácido úrico dietas de baixa proteína obtiveram estatisticamente o menor valor, já o fator selênio não influenciou significativamente este metabólito. Após o tratamento por calor, os frangos apresentaram menor concentração de ácido úrico no plasma.

Observa-se que as diferentes rações oferecidas aos animais, não influenciaram os níveis de CK, o mesmo ocorrendo com relação à adição de selênio. Após o estresse há um aumento significativo deste metabólito no plasma das aves.

Tabela 16. Desdobramento da interação entre ração e estresse para triglicérides de frangos de corte de 42 dias de idade, submetidos a estresse por calor.

Ração (R)	Estresse (E)		Probabilidade
	Antes	Depois	
Controle	71,28 bc	59,38 ab	0,0946
Baixa Proteína	103,92 A a	76,21 B a	0,0100
Baixo Carboidrato	59,43 A c	45,60 B bc	0,0415
Baixo Lipídio	80,36 A ab	42,31 B c	< 0,0001
Probabilidade	0,0001	< 0,0001	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Pelo desdobramento apresentado na Tabela 16 observa-se que dentro de ração após o estresse por calor, as aves que receberam rações de baixa proteína, baixo carboidrato e baixo lipídio apresentaram redução nos níveis plasmáticos de triglicérides. Antes e após o estresse os frangos que receberam ração com reduzido conteúdo protéico apresentou estatisticamente maior concentração de triglicérides, apenas não diferindo significativamente das aves arraçoadas com dietas de baixo lipídio antes do estresse, e não diferindo significativamente dos animais alimentados com ração controle após o tratamento por calor.

Para o parâmetro glicose, o estudo do desdobramento entre os fatores ração e estresse para frangos de corte aos 28 dias apresentado na Tabela 7, dentro de ração os animais alimentados com ração controle, baixa proteína e baixo carboidrato, apresentaram aumento significativo no nível deste metabólito após o estresse por calor. Apesar de estatisticamente as aves do tratamento com baixo lipídio não apresentarem aumento nos níveis de glicose, nota-se uma possível tendência de aumento após o tratamento por calor. Efeito semelhante foi observado no estresse aplicado aos 35 dias de idade, porém a dieta controle não apresentou elevação estaticamente significativa após o estresse, mas assim como anteriormente há uma tendência de aumento. Já aos 42 dias não houve interação significativa, mas há aumento na concentração plasmática de glicose após o estresse térmico por calor.

Um motivo que poderia justificar este aumento foi descrito por FREEMAN (1996), onde os frangos ao serem submetidos a tratamento por calor, têm como conseqüência, um aumento nos níveis plasmáticos de glicorticóides, que por sua vez estimulam a

gliconeogênese através do catabolismo de proteínas dos tecidos. Já para DEYHIM et al. (1995) este aumento na concentração de glicose em aves expostas a estresse térmico, pode ser atribuído a um aumento na secreção de corticosterona. Concordando com este ponto de vista, MALHEIROS et al. (2003) ao realizar um trabalho objetivando determinar os efeitos da inclusão de corticosterona na ração em frangos de corte, que possuíam livre escolha de ração, encontraram resultados indicando que os animais suplementados com corticosterona, eram caracterizados por apresentarem hiperglicemia. Os autores concluíram que o estresse mimetizado pela suplementação de corticosterona resultou em alterações metabólicas nas aves.

No desdobramento entre ração e estresse para glicose aos 35 dias, cujos resultados estão apresentados na Tabela 13, observa-se que dentro do fator estresse após o tratamento por calor, as aves que foram alimentadas com dietas de baixo lipídio apresentaram estatisticamente maior concentração plasmática deste metabólito, o que consequentemente resultou em uma maior média geral para este tratamento cujo valor está apresentado na Tabela 12. Resultados semelhantes foram encontrados nas aves alimentadas com dietas de baixa proteína aos 42 dias (Tabela 15). Portanto este aumento mais acentuado pode ser um indício de que estas aves apresentaram pior efeito de termotolerância, ou seja, lidaram menos eficientemente com o estresse por calor nestas idades (MORAES et al., 2003; DUNNINGTON & SIEGEL, 1984; WILLIANSON et al., 1985).

Para o parâmetro triglicérides o estudo da interação entre ração e estresse aos 42 dias de idade apresentado na Tabela 16, mostra que dentro fator ração as aves alimentadas com dietas com baixa proteína, baixo carboidrato e baixo lipídio apresentaram redução significativa nos níveis deste metabólio após o tratamento por calor, porém para os frangos que receberam a ração controle observa-se uma tendência de diminuição. Aos 28 dias há redução significativa nos níveis deste metabólito nas aves arraçoadas com baixo lipídio, já para as dietas controle e baixo carboidrato há uma possível tendência de redução após o estresse por calor. Aos 35 não houve interação significativa entre os fatores ração e estresse, porém o estudo da

Tabela 12 mostra que houve diminuição significativa na concentração de triglicérides após o estresse.

Segundo URBANO (2006), esta redução na concentração do metabólito triglicérides estaria relacionada ao menor consumo de ração dos animais no período. Pois este é obtido através do alimento ou via síntese endógena no fígado (MORAES et al., 2003). Apesar do consumo de ração não ter sido mensurado nos períodos de estresse estudados (28, 35 e 42 dias de idade), observou-se que as aves ingeriram muito pouca quantidade de ração. Para GERAERT et al. (1996) ao serem submetidos a estresse por calor a primeira resposta dos frangos é a redução no consumo de ração, com o objetivo de diminuir o efeito termogênico que está associado à absorção, assimilação e utilização dos nutrientes.

Já o estudo do desdobramento entre ração e estresse aos 28 dias dentro do fator estresse (Tabela 9), mostra que antes do tratamento por calor a dieta de baixa proteína proporcionou frangos com maior concentração plasmática de triglicérides, quando comparados com as que receberam a ração controle e baixo carboidrato, mas apesar de não diferir estatisticamente dos animais que receberam ração com baixo lipídio, este foi 15% maior. Após o estresse por calor as aves que receberam tal tratamento ainda apresentavam maior concentração deste metabólito. Efeito semelhante foi observado no desdobramento entre ração e estresse para as aves estressadas aos 42 dias de idade. Já aos 35 dias não se observa interação (Tabela 12), mas as aves que receberam a ração com baixo conteúdo protéico obtiveram estatisticamente menores níveis deste metabólito do que os demais frangos.

Estes resultados estão de acordo com os encontrados por ROSEBROUGHT et al. (1996), MALHEIROS et al. (2003) e SWENNEN et al. (2005, 2006) onde frangos alimentados com dietas de baixa proteína obtiveram concentrações plasmáticas de triglicérides maiores do que as dietas de baixo carboidrato e baixo lipídio, indicando uma maior deposição de gordura provavelmente devido à estimulada lipogênese hepática.

Observa-se que no desdobramento de ração e estresse para triglicérides aos 42 dias, antes da aplicação do estresse as aves alimentadas com dietas de baixo

carboidrato apresentaram significativamente a menor concentração, resultados que estão de acordo com os obtidos por MALHEIROS et al. (2004), pois também encontraram em seus resultados, diferença significativa entre as concentrações de triglicérides para aves aos 42 dias de idades alimentadas com dietas de baixo lipídio e baixo carboidrato, sendo que este último apresentou estatisticamente menor concentração.

Pelo desdobramento entre ração e estresse para triglicérides aos 28 dias apresentado na Tabela 9, observa-se que dentro do fator estresse as aves alimentadas com ração de baixa proteína apresentaram aumento significativo nos níveis deste metabólito após o estresse por calor. Uma possível explicação estaria relacionada à alta taxa de lipogênese no fígado que estes frangos apresentam (MALHEIROS et al., 2003), sendo que em jejum estes possivelmente metabolizaram as gorduras mais ativamente, resultando em aumento na concentração de triglicérides no sangue após o estresse por calor.

Na Tabela 10 o desdobramento entre os fatores ração e estresse para ácido úrico de aves aos 28 dias de idade, revelam que com exceção as aves que receberam dietas de baixa proteína, houve redução deste metabólito após o estresse. Estes resultados indicam uma menor degradação dos aminoácidos proveniente da dieta, provavelmente relacionado à menor ingestão de ração no período de duração do estresse por calor, pois em situações de estresse calórico mudanças comportamentais podem ocorrer, tendo como exemplo a redução do consumo de ração, que tem como finalidade evitar os efeitos do incremento calórico sobre as aves (ETCHES et al. 1995; GERAERT et al., 1996).

Porém a falta de diferença estatística observada na concentração de ácido úrico antes e após o estresse, em aves arraçoadas com baixa proteína pode estar ligada ao mecanismo poupador de proteína citado por COLLIN et al. (2003), pois segundo a conclusão de JACKSON et al. (1982) há uma relação inversa entre a utilização da proteína e seu consumo, portanto é possível que estas aves que já estavam recebendo dietas de baixa proteína foram mais eficientes em utilizá-la durante o período de calor, ou seja, estariam mais adaptadas a esta situação de estresse.

O estudo dentro de estresse mostra que nas amostras sangüíneas retiradas das aves antes do tratamento por calor, verificasse que os frangos alimentados com dietas de baixa proteína apresentaram menores concentrações plasmáticas deste metabólito, concordando com os resultados obtidos por ROSENBROUGH et al. (1996).

Já para os frangos submetidos a estresse por calor aos 35 e 42 dias de idade não há interação significativa para ração e estresse, mas também se observa que os níveis de ácido úrico diminuíram significativamente após o período de estresse, indicando menor catabolismo protéico como descrito anteriormente. Resultados semelhantes foram descritos por DEYHIM et al. (1995), pois os frangos que receberam tratamento de calor apresentaram uma diminuição significativa nos níveis de ácido úrico.

Com 35 dias de idade, as rações com reduzido teor protéico levaram a uma redução da produção de ácido úrico nas aves que receberam esta dieta. Apesar de não haver diferença significativa entre os animais que foram arraçoadas com dieta controle e baixa proteína, este último obteve uma concentração plasmática 15% menor. Já aos 42 dias os frangos arraçoados com baixa proteína obtiveram estatisticamente menor valor de ácido úrico quando comparados aos demais tratamentos, indicando assim menor degradação protéica, concordando com os resultados encontrados por SWENNEN et al. (2005, 2006).

Em todos os períodos a substituição isoenergética entre carboidrato e gordura com níveis similares de proteína, não alterou significativamente os níveis de ácido úrico do plasma, resultados que estão de acordo com MALHEIROS et al. (2003a, 2004) e COLLIN et al. (2003).

Com relação ao metabólito CK, observa-se que em todas as idades estudadas (28, 35 e 42 dias de idade), os níveis de CK não se mostram significativamente diferentes, para as diferentes alterações nos macronutrientes realizadas nas rações, estando de acordo com os resultados obtidos por MALHEIROS et al. (2003).

Aos 35 e 42 dias de idade, pode-se verificar que após as aves terem sido submetidas ao estresse agudo por calor, estas apresentaram uma elevação estatisticamente significante para a concentração plasmática de CK, estando de acordo

aos resultados obtidos no trabalho de SANDERCOCK et al. (2001). Estes autores mostraram que condições estressantes, são caracterizados por aumento nos níveis plasmáticos de CK, o que é um indicativo de dano no músculo esquelético ou miopatia, sendo uma conseqüência do rompimento nas membranas das células musculares e da homeostase intracelular do Ca^{2+} (SANDERCOCK & MITCHELL, 1999).

Já MALHEIROS et al. (2004) em seu trabalho hipotetizou que estresses metabólicos associados às altas taxas de crescimento, podem promover a produção de radicais livres que levam a peroxidação lipídica da membrana, portanto causando instabilidade da membrana, tendo como conseqüência a fuga do metabólito CK para fora da célula, o que possivelmente explicaria seu aumento após as aves terem sido submetidas a estresse por calor.

Porém aos 28 dias de idade, a concentração do metabólito CK não apresentou diferença estatística, após as aves terem sido submetidas ao estresse por calor. Segundo SANDERCOCK et al. (2001) os requerimentos térmicos em frangos de corte diminuem com a idade ou peso corporal, portanto a susceptibilidade ao calor aumenta, isto poderia explicar o porquê o efeito da alta temperatura ter sido mais evidente em frangos mais velhos (35 e 42 dias de idade).

O desdobramento apresentado entre os fatores ração e selênio para o metabólito CK aos 35 dias está apresentado na Tabela 14, observa-se que dentro de selênio a sua não suplementação fez com que as dietas de baixo carboidrato obtivessem maior concentração deste metabólito. Provavelmente este efeito é devido à alta quantidade de óleo que esta ração possui como forma de compensar a retirada da energia proveniente dos carboidratos, pois como descrito anteriormente (análise conjunta das coletas sanguíneas) o fornecimento de alta quantidade de gordura possivelmente deixam as membranas plasmáticas mais susceptíveis a peroxidação. Pode-se notar que as aves que receberam dietas controle obtiveram a segunda maior concentração de CK no plasma, pois esta ração junto com a dieta de baixo carboidrato são as que possuem as maiores quantidades de óleo em sua formulação, portanto susceptíveis a peroxidação.

Já o estudo dentro de ração mostra que as aves que receberam dietas de baixo lipídio apresentaram aumento de CK após a suplementação de 0,3 ppm de selênio,

sendo que as demais não apresentaram diferença significativa. Esperava-se que a adição de Se diminuísse os níveis deste metabólito no plasma, pois este micromineral é componente da enzima glutationa peroxidase responsável por detoxificar peróxidos, conseqüentemente protegendo as membranas das células da peroxidação lipídica.

No desdobramento entre os fatores selênio e estresse para ácido úrico em aves com 28 dias de idade, mostra que a aplicação de estresse por calor diminui os níveis deste metabólito como descrito anteriormente, porém a adição de 0,3 ppm de selênio nas dietas causou uma menor concentração plasmática de ácido úrico após o estresse, quando comparadas com as que não foram suplementadas. Existem vários mecanismos que estão sendo envolvidos no efeito de termotolerância em resposta a situações de estresse térmico, o que inclui a diminuição da glicose, ácido úrico, triglicérides e CK (MORAES et al., 2003), portanto estes são alguns sinais das respostas fisiológicas ao se lidar com o estresse por calor (DUNNINGTON & SIEGEL, 1984; WILLIANSON et al., 1985). Então a adição de selênio na concentração de 0,3 ppm, possivelmente permitiu as aves lidarem melhor com a situação de estresse por calor a qual foram submetidas quando comparadas com as aves não suplementadas.

Observa-se redução significativa na concentração de triglicérides e ácido úrico aos 35 dias quando se adicionou selênio na dieta das aves (Tabela 12), portanto levando-se em conta o que foi descrito anteriormente pode-se supor que esta suplementação permitiu às aves lidarem melhor com as condições a qual foram submetidas. Porém não foi observado este efeito no estresse aplicado aos 42 dias de idade, pois a Tabela 15 mostra aumento um significativo de glicose nas aves suplementadas com Se.

Indicadores relacionados aos radicais livres em frangos de corte de 42 dias de idade, submetidos a estresse por calor.

Na Tabela 17 estão apresentados os resultados da catalase, SOD, GSH-Px e TBARS em frangos de corte aos 42 dias de idade, submetidos a estresse por calor e diferentes alterações nos macronutrientes e da adição de selênio. Observa-se que houve interação entre ração e estresse para catalase e TBARS e interação significativa entre os fatores ração e selênio para TBARS.

Tabela 17. Catalase, superóxido dismutase, glutationa peroxidase e TBARS em frangos de corte de 42 dias submetidos a estresse por calor.

Fatores	Parâmetros Analisados			
	Catalase	**Superóxido**	**Glutationa**	**TBARS**
	mmol de H_2O_2/mg de Proteína	% de Inibição	mmol/mg de proteína	mg de malonaldeído/g de tecido
Ração (R)				
Controle	0,000600	64,5	0,007565	3,60
Baixa Proteína	0,000505	66,8	0,007667	8,87
Baixo Carboidrato	0,000464	63,6	0,006750	5,88
Baixo Lipídio	0,000325	63,8	0,005952	7,53
Selênio (Se)				
0,3 ppm	0,000459	65,0	0,007591	6,24
0 ppm	0,000498	64,6	0,006425	6,70
Estresse (E)				
Sem	0,000490	69,5 a	0,004333 b	4,25
Com	0,000456	60,2 b	0,009378 a	8,90
CV (%)	17,32	11,06	28,22	24,36
		Probabilidades		
R	< 0,0001	0,4237	0,2867	< 0,0001
Se	0,1415	0,8105	0,1601	0,6866
E	0,5278	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
R x Se	0,3913	0,6129	0,0727	< 0,0001
R x E	0,0021	0,1013	0,4119	< 0,0001
Se x E	0,3260	0,6523	0,5690	0,1104
R x Se x E	0,2708	0,2921	0,4873	0,0529

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

As diferentes rações oferecidas às aves não influenciaram estatisticamente os parâmetros superoxido dismutase e glutationa peroxidase. Porém a aplicação de estresse térmico nos frangos diminuiu a porcentagem de inibição da superóxido dismutase no músculo do peito, ocorrendo efeito contrário na resposta da enzima glutationa peroxidase.

A adição de selênio nas rações não afetou significativamente os parâmetros catalase, superóxido dismutase e glutationa peroxidase no músculo do peito das aves.

Tabela 18. Desdobramento da interação entre ração e estresse para catalase de frangos de corte de 42 dias de idade, submetidos a estresse por calor.

Ração (R)	**Estresse (E)**		**Probabilidade**
	Sem	**Com**	
Controle	0,000713 A a	0,000497 B ab	0,0041
Baixa Proteína	0,000543 ab	0,000466 ab	0,2163
Baixo Carboidrato	0,000362 B bc	0,000554 A a	0,0185
Baixo Lipídio	0,000319 c	0,000362 b	0,5553
Probabilidade	< 0,0001	0,0259	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Pelo desdobramento apresentado na Tabela 18 observa-se que dentro de ração as aves que consumiram as rações controle e baixo carboidrato, apresentaram respectivamente menor e maior nível da enzima catalase após o estresse por calor, sendo que as demais aves não apresentaram diferença estatística após o tratamento por calor. Já o estudo dentro do fator estresse, mostrou que o grupo com estresse quando arraçoados com dietas de baixo carboidrato, apresentaram estatisticamente maiores valores deste metabólito em relação aos frangos alimentados com rações de baixo lipídio, porém não diferindo das aves que receberam dietas controle e com baixa proteína. Sem a aplicação de estresse por calor os animais que consumiram a ração controle obtiveram níveis maiores de catalase quando comparado com as dietas baixo carboidrato e baixo lipídio, não diferindo estatisticamente das que receberam ração com reduzido teor protéico.

Tabela 19. Desdobramento da interação entre ração e selênio para TBARS de frangos de corte de 42 dias de idade, submetidos a estresse por calor.

Ração (R)	Selênio (Se)		Probabilidade
	0,3 ppm	0 ppm	
Controle	3,68 b	3,52 b	0,3965
Baixa Proteína	8,83 a	8,92 a	0,9396
Baixo Carboidrato	8,87 A a	2,04 B c	< 0,0001
Baixo Lipídio	3,83 B b	10,89 A a	< 0,0001
Probabilidade	< 0,0001	< 0,0001	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Na Tabela 19 o desdobramento entre ração e selênio para TBARS mostrou que dentro de ração, a adição de selênio na concentração de 0,3 ppm aumentou os níveis desta enzima nas aves que receberam ração com baixo carboidrato, ocorrendo efeito contrário nas que receberam dietas de baixo lipídio. Já o estudo dentro de selênio mostra que a adição deste micromineral acarretou em maiores níveis de TBARS nos frangos que receberam dietas de baixa proteína e baixo carboidrato. Já a não suplementação acarretou em maiores níveis nas aves arraçoadas com dietas de baixa proteína e baixo lipídio, diferindo estatisticamente das demais aves, sendo que o controle obteve estatisticamente maior concentração de TBARS do que os frangos do tratamento com baixo carboidrato.

Tabela 20. Desdobramento da interação entre ração e estresse para TBARS de frangos de corte de 42 dias de idade, submetidos a estresse por calor.

Ração (R)	Estresse (E)		Probabilidade
	Sem	Com	
Controle	4,15 A	3,06 B c	0,0183
Baixa Proteína	4,86 B	13,25 A a	< 0,0001
Baixo Carboidrato	4,03 B	8,26 A b	0,0030
Baixo Lipídio	3,86 B	11,57 A a	< 0,0001
Probabilidade	0,2281	< 0,0001	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

O desdobramento apresentado na Tabela 20 mostra que dentro do fator ração, os animais que foram arraçoados com dietas de baixa proteína, baixo carboidrato e baixo lipídio, obtiveram maiores concentrações de TBARS no músculo do peito com o

fornecimento de estresse por calor, porém foi observado que houve diminuição significativa nas aves que receberam a ração controle.

Já o estudo dentro do fator estresse mostrou que com tratamento por calor, as dietas de baixa proteína e baixo lipídio proporcionaram maiores valores de TBARS no músculo do peito das aves, quando comparados com as dietas controle e baixo carboidrato, sendo que esta última apresentou estatisticamente maior nível de TBARS do que a dieta controle. Sem estresse não se observa diferença significativa entre as rações estudadas.

Para discutir estes resultados encontrados, primeiro deve-se ter em mente que todos os antioxidantes presentes no corpo trabalham em conjunto para providenciar a defesa antioxidante, neste "time" um membro ajuda outro a funcionar perfeitamente (KARADAS & SURAI, 2004).

O estresse por calor pode induzir a peroxidação lipídica das membranas das células, afetando negativamente o estado dos antioxidantes na tentativa de resistir aos efeitos dos ROS produzidos na condição de estresse por calor (MAHMOUD & EDENS., 2003).

A superóxido dismutase é considerada uma importante enzima no sistema de defesa antioxidante dos animais, pois a sua presença nas células permite a conversão do O_2^- (radical superóxido) a O_2 e H_2O_2 (FELLENBERG & SPEISKY, 2006). Este radical superóxido é produzido durante o metabolismo celular normal, pois muitas vezes a redução do oxigênio pela cadeia respiratória mitocondrial é parcial (BOVERIS et al., 1973), caracterizando este ROS como o principal radical livre produzido em condições fisiológicas (na célula), portanto a enzima SOD é considerada o primeiro nível de defesa antioxidante (KARADAS & SURAI, 2004). No presente experimento as aves submetidas a estresse por calor, provavelmente apresentaram metabolismo acelerado durante este período, o que provavelmente ocasionou uma maior produção do radical superóxido, pois segundo SAS, (1993) o estresse oxidativo é caracterizado pela diminuição da atividade da superóxido dismutase. No presente trabalho esta hipótese pode ser comprovada pela diminuição significativa da porcentagem de inibição da enzima SOD

existente entre os grupos que não receberam estresse por calor e o grupo com estresse.

Resultados que estão de acordo com MUJAHID et al., (2005), que ao realizar um experimento avaliando a produção do radical superóxido (O_2^-) no músculo esquelético de frangos de corte induzido com estresse por calor, concluíram que a produção deste radical pela mitocôndria aumenta significativamente após o tratamento com calor.

Já LIN et al. (2006), ao medir a atividade da enzima superoxido desmutase (SOD) em frangos de corte estressados por calor, obteve que a sua atividade no plasma e fígado não foi alterada, enquanto que no coração, foi observado aumento significativo ($P<0,05$) nos níveis após 6 horas de estresse térmico quando comparado com o controle, sugerindo que cada tecido tem sua resposta específica.

A enzima glutationa peroxidase (GSH-Px) junto com a catalase agem em conjunto formando a segunda parte do sistema de proteção antioxidante (KARADAS & SURAI, 2004), protegendo as células do peróxido de hidrogênio formado convertendo-o em água e oxigênio molecular (CHENG et al., 1981), mas a GSH-Px também é responsável por detoxificar os peróxidos lipídicos, os quais são resultados da peroxidação das membranas celulares, transformando-os em lipoálcoois facilmente eliminados (FELLENBERG & SPEISKY, 2006). No geral a glutationa peroxidase citoplasmática é considerada uma “enzima emergencial” responsável por prevenir os efeitos do estresse oxidativo (KOHRLE et al., 2000), portanto o aumento significativo da produção desta enzima observado no grupo de aves estressadas por calor, possivelmente pode ter como objetivo combater os radicais produzidos durante o tratamento por calor.

No desdobramento apresentado na Tabela 20 observa-se que as aves que foram alimentadas com dietas de baixa proteína, baixo carboidrato e baixo lipídio, o nível de TBARS foi estatisticamente maior nos frangos submetidos a estresse por calor. Indicando portanto maior peroxidação lipídica das membranas celulares, pois em uma temperatura ambiente acima de 30°C, os frangos de corte tornam-se incapazes de manterem sua temperatura corpórea, tendendo a elevar, como as taxas de muitas reações químicas e bioquímicas aumentam com a temperatura, as reações metabólicas

nas células e tecidos aceleram levando a um aumento na produção de “ROS” (LIN et al., 2006), consequentemente intensificando a peroxidação. Através destes resultados, pode-se atribuir que as defesas antioxidantes dos animais possivelmente não foram suficientes para impedir os efeitos indesejáveis das substâncias reativas ao oxigênio (ROS). Pois apesar do aumento significativo na produção da enzima glutationa peroxidase, a não alteração nos níveis de catalase nas aves arraçoadas com baixa proteína e lipídio, e o aumento da catalase nas aves que receberam baixo carboidrato, ainda houve aumento significativo nos níveis de TBARS.

Porém durante a análise dos resultados nota-se um efeito inesperado, o qual está relacionado à diminuição dos níveis de TBARS nas aves alimentadas com ração controle (Tabela 20). Esperava-se que como nas demais aves, estes níveis aumentassem após o tratamento por calor agudo.

No desdobramento entre os fatores ração e estresse para o parâmetro TBARS apresentado na Tabela 20, o estudo dos resultados dentro de estresse mostra que as aves que passaram pelo tratamento por calor e receberam dietas de baixa proteína e baixo lipídio, obtiveram os maiores valores deste indicador. Sabe-se que o índice de peroxidação lipídica das membranas é avaliado através da formação de aldeídos (malonildialdeído, TBARS), sendo útil para determinar o dano tecidual (PANSARASA et al., 1999), ou seja, aumentos nos níveis deste indicador revelam maior dano nas membranas das células. Portanto esperava-se efeito contrário ao observado, pois estas rações possuem as menores inclusões de óleo, como citado anteriormente uma maior adição possivelmente deixam as membranas plasmáticas mais susceptíveis a peroxidação (MALHEIROS et al., 2004), por isso em teoria foi hipotetizado que os níveis de TBARS no músculo do peito destas aves após o estresse por calor estariam mais baixos do que as demais aves.

O estudo da Tabela 17 mostra que as enzimas catalase, superóxido dismutase e glutationa peroxidase não foram influenciados pelo fator selênio. Esperava-se que as dietas que foram suplementadas com 0,3 ppm de selênio apresentassem maior concentração de glutationa peroxidase, pois este elemento traço na forma de

selenometionina é componente da enzima peroxidase que protege as membranas das células de danos causados por radicais livres.

WANG et al. (2007) estudando os efeitos da suplementação de selênio na forma de selenito de sódio e Se incorporado a leveduras em frangos de corte, concluíram que esta adição levou a uma maior atividade da enzima glutationa peroxidase e conteúdo de Se no plasma e fígado, sendo que a forma incorporada a leveduras obteve melhores resultados do que o selenito de sódio, contrastando com o presente experimento, pois não foi observada diferença significativa neste parâmetro após a adição de selênio nas dietas.

Ao testar duas fontes de selênio (sódio selenito e levedura enriquecida com selênio) em frangos de corte, PAYNE & SOUTHERN. (2005) encontraram que ao adicionar levedura enriquecida com selênio na ração, estes obtiveram maior concentração de Se no músculo e plasma das aves, quando comparados com as que receberam rações suplementadas com sódio selenito e dietas controle, porém não foi observada diferença na concentração de glutationa peroxidase no plasma dos frangos.

O estudo do desdobramento apresentado na Tabela 19 entre ração e selênio para o parâmetro TBARS, mostra que a adição de selênio na concentração de 0,3 ppm aumentou os níveis deste indicador nas aves que receberam dietas de baixo carboidrato, sendo um resultado intrigante, pois a suplementação de Se possivelmente poderia ter ajudado a amenizar a peroxidação lipídica das membranas, causados pela maior adição de óleo nestas rações e em teoria diminuindo os níveis de TBARS. Porém a suplementação deste micromineral nas dietas de baixo lipídio ajudou as aves que receberam esta ração, pois se observa menor dano nas membranas das células destes animais, evidenciado pela diminuição do indicador TBARS após a sua suplementação.

Uma hipótese que pode ser levantada é de que as diferentes alterações no macronutrientes da dieta em aves estressadas por calor, levam a maior peroxidação lipídica, porém isto não pode ser definido como certeza, pois o músculo do peito é conhecido por possuir pouca quantidade de gordura quando comparado com a coxa e fígado, consequentemente em teoria estaria menos susceptível a peroxidação pelos radicais livres. Portanto para se confirmar tal resposta das alterações na proteína,

carboidrato e lipídio, a realização de mais experimentos é necessária, principalmente direcionados a diferentes tecidos.

Conclusões

As diferentes alterações nos macronutrientes causam alterações metabólicas e bioquímicas em frangos de corte, sendo que o nível protéico da dieta causa grande impacto sobre os níveis de triglicérides e ácido úrico nas aves. Sob estresse por calor frangos alimentados com diferentes níveis nos macronutrientes apresentam redução na concentração plasmática de triglicérides e ácido úrico e aumento de glicose e CK.

O estresse agudo por calor influência a atividade das enzimas antioxidantes superóxido dismutase e glutationa peroxidase no músculo peitoral de frangos de corte com 42 dias de idade, e influencia a atividade da catalase em aves arraçoadas com diferentes alterações nos macronutrientes da dieta.

A adição de selênio na concentração de 0,3 ppm não influenciou os parâmetros bioquímicos sanguíneos dos 14 aos 42 dias de idade. Porém diminuiu os níveis de ácido úrico de aves submetidas a estresse por calor aos 28 dias, aumentou os níveis de CK em aves estressadas que receberam dietas de baixo lipídeo aos 35 dias e influenciou os níveis de triglicérides e ácido úrico aos 35 dias e glicose aos 42. Esta suplementação influenciou a peroxidação lipídica no músculo de aves arraçoadas com diferentes alterações nos macronutrientes e submetidas a estresse por calor.

Referências

AMICARELLI, F.; RAGNELLI, A.M.; AIMOLA, P.; et al. Age-dependent ultrastructural alterations and biochemical response of rat skeletal muscle after hypoxic or hyperoxic treatments. **Biochim. Biophys. Acta**, n.1453, p.105-114, 1999.

AVANZO, J.L.; MENDONÇA Jr, C.X.; PUGINE, S.M.P.P.; CESAR, M.C. Effect of vitamin E and selenium on resistance to oxidative stress in chicken superficial pectoralis muscle. **Comparative Biochemistry and Physiology,** Part C, v.129, p.163-173, 2001.

BEAUCHAMP, C.; FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase: Improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. **Anal. Biochem.**, New York, v.44, p.276-287, 1971.

BEERS, R. F.; SIZER, J. W. A spectrophotometric method of measuring the breakdown of hydridogen peroxide by catalase. **J. Bio. Chem.**, Bethesda, v.195, p.133-140, 1952.

BOVERIS, A.; CHANCE, B. Mitochondrial generation of hydrogen peroxide: general properties and effect of hyperbaric oxygen. **Biochem. J.**, v.134, n.3, p.707-716, 1973.

BUEGE, J. A.; AUST, S. D. Microsomal lipid peroxidation. **Methods Enzymol.**, New York, v. 52, p. 302–310, 1978.

BUYSE, J.; DECUYPERE, E.; BERGHMAN, L.; KUHN, E.R.; VANDESANDE. F.; Effect of dietary protein content on episodic growth hormone secretion and on heat production of male broiler chickens. **British Poultry Science**, Abingdon, v.33, p.1101-1109, 1992.

CARLBERG, I.; MANNERVIK, B. Glutadione reductase. **Method. Enzymology**, New York, v.113, p.484-490, 1985.

CHENG, L.; KELLOG, E.; PACKER, L. Photoinactvation of catalase. **Photochemistry and Photobiology**, v.34, p.125-129, 1981.

COLLIN, A.; MALHEIROS, R. D.; MORAES, V. M. B.; AS. V. P.; DARRAS, V. M.; TAOUIS, M.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. Effects of dietary macronutrient content on energy metabolism and uncoupling protein mRNA expression in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, n.90, p.261–269, 2003.

DELEVE, L.D.; KAPLOWITZ, V. Glutathione metabolism and its role in hepatotoxicity. **Pharm. Ther.** v.52, p.287–305, 1991.

DEYHIM, FARZAD; STOECKER, B.S.; ADELEYE, B.G.; TEETER, R.G. The effects of heat distress environment, vitamin, and trace mineral supplementation on performance, blood constituents, and tissue mineral concentrations in broiler chickens. **Nutrition Research**. v.15, n.4, p.521-526, 1995.

DONKOH A. Ambient temperature: a factor affecting performance and physiological response of broiler chickens. **International Journal of Biometeorology**, v.33, p.259-265, 1989.

DUNNINGTON, E. A.; SIEGEL, P.B. Thermoregulation in newly hatched chicks. **Poultry Science**, Champaign, v.63, p.1303-1313, 1984.

ETCHES, R.; JOHN, J.M. GIBBINS, A.M.V. Behavioural, physiological, neuroendocrine and molecular responses to heat stress. In: Daghir, N. J. (ed.) **Poutry Production in Hot Climates.** CAB International, Wallingford, p.31-65, 1995.

FELLENBERG, M. A.; SPEISKY, H. Antioxidants: their effects on broiler oxidative stress and its meat oxidative stability. **World's Poutry Science Journal**. v.62, 2006.

FERREIRA, D. F. **Sisvar versão 5.0.** Lavras: DEX/UFLA, 2003. 32 p.

FREEMAN, B.M. Physiological responses of the adult fowl to environmental temperature. **World's Poultry Science Journal**, London, v.22, p.140-145, 1996.

GEORGIEVA, N. V. Oxidative stress as a factor of disrupted ecological oxidative balance in boilogical system – A review. **Bulgarian Journal of Veterinary Medicine**, v.8, nº1, p.1-11, 2005.

GERAERT, P. A.; PADILHA, J.C.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: Growth performance, body

composition and energy retention. **British Journal of Nutrition**, Cambridge. v.75, p.195-204, 1996.

GRAU, A.; GUARDIOLA, F.; BOATELLA, J.; BARROETA, A. C.; CODONY, R. Measurement of 2-thiobarbituric acid values in dark chicken meat trough derivative spectrophotometry: influence of various parameters. **J. Agr. Food Chem.**, Easton, v.48, n.5, p.1155-1159, 2000.

JACKSON, S.; SUMMERS, J.D.; LEESON, S. Effect of dietary protein and energy on broiler carcass composition and efficiency of nutrient utilization. **Poultry Science**, Champaign, v.61, p.2224-2231, 1982.

KARADAS, F.; SURAI, P.F. Interações entre selênio e vitamina E: será que 1+1 é igual a mais de 2? Re-imaginando a industria de alimentação animal. In **BIOTECNOLOGIA NUTRICIONAL NA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL**; Simpósio Brasileiro Alltech, 2004, p.56-73.

KOHRLE, J.; BRIGELIUS-FLOHE, R; BOCK, A; GARTNER, R.; MEYER, O.; FLOHE, L. Selenium in biology: facts and medical perspectives. **Biol. Chem.** v.381, p.849-864, 2000.

LIN, H.; DECUYPERE, E.; BUYSE. J. Acute heat stress induces oxidative stress in broiler chickens. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part A, v.144, p.11–17, 2006.

MAHMOUD, K.Z.; EDENS, F.W. Influence of selenium sources on age-related and mild heat stress related changes of blood and liver glutathione redox cycle in broiler chickens (*Gallus domesticus*). **Comparative Biochemistry and Physiology** Part B, v.136, p.921–934, 2003.

MAINI, S.; RASTOGI, S. K.; KORDE, J. P.; MADAN, A. K.; SHUKLA. S. K. Evaluation of oxidative stress and its amelioration thought certain antioxidants in broilers during summer. **The Journal of Poultry Science**, v.44, p.339-347, 2007.

MALHEIROS, R. D.; MORAES, V. M. B.; COLLIN, A.; JANSSENS, G. P. J.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. Dietary macronutrients, endocrine functioning and intermediary metabolism in broiler chickens Pair wise substitutions between protein, fat and carbohydrate. **Nutrition Research**, v. 23, p. 567–578, 2003a.

MALHEIROS, R. D.; MORAES, V. M. B.; COLLIN, A.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. Free Diet Selection by Broilers as Influenced by Dietary Macronutrient Ratio and Corticosterone Supplementation. 1. Diet Selection, Organ Weights, and Plasma Metabolites. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, p. 123-131, 2003b.

MALHEIROS, R. D.; MORAES, V. M. B.; COLLIN, A.; JANSSENS, G. P. J.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. Dietary macronutrients and performace and plasma hormone and metabolite levels of broiler chickens – fat by carbohydrate substitution. **Arch. Geflugelk.**, v.68, n.2, p.87-93, 2004.

MEISTER, A.; ANDERSON, M.E. Glutathione. **Annu. Rev. Biochem**, v.52, p.711–760, 1983.

MITCHELL, M.A.; SANDERCOCK, D.A. Creatine kinase isoenzyme profiles in the plasma of the domestic fowl (*Gallus domesticus*): effects of acute heat stress. **Research in Veterinary Science**, v.59, p.30-34, 1995.

MITCHELL, M.A.; SANDERCOCK, D.A.; HUNTER, R.R.; CARLISLE, A.J. Skeletal muscle damage following halothane anaesthesia in the domestic fowl: Plasma biochemical responses. **Research in Veterinary Science**. v.67, p.59–64, 1999.

MORAES, V.M.B.; MALHEIROS, R.D.; BRUGGEMAN, V.; COLLIN, A.; TONA, K.; VAN AS, P.; ONAGBESAN, O.M.; BUYSE, J.; DECUYPERE, E.; MACARI, M. Effect of thermal conditioning during embryonic development on aspects of physiological responses of broilers to heat stress. **Journal of Thermal Biology**, v.28, p.133-140, 2003.

MUJAHID, A.; YOSHIKI, Y.; AKIBA, Y.; TOYOMIZU, M. Superoxide radical production in chicken skeletal muscle induced by acute heat stress. **Poultry Science**, Champaign, v.84, n.2, p.307-314, 2005.

PALMER, H.J.; PAULSON, K.E. Reactive oxygen species and antioxidants in signal transduction and gene expression. **Nutr. Rev.** v.55, p.353–361, 1997.

PANSARASA, O.; BERTORELLI, L.; VECCHIET, J.; FELZANI, G.; MARZATICO, F. Age-dependent changes of antioxidant activities na markers of free radical damage in human skeletal muscle. **Free Rad. Biol. Med.**, v.27, n.5/6, p.617-622, 1999.

PAYNE, R.L.; SOUTHERN, L.L. Comparison of Inorganic and Organic Selenium Sources for Broilers. **Poultry Science**, Champaign, v.84, p.898-902, 2005.

ROSEBROUGH, R.W.; MCMURTRY, J.P.; VASILATOS-YOUNKEN, R. Dietary fat and protein interactions in the broiler. **Poultry Science**, Champaign, v.78, p.992–998, 1999.

ROSEBROUGH, R.W.; MITCHELL, A.D; MCMURTRY, J.P. Dietary crude protein changes rapidly alter metabolism and plasma insulin-like growth factor I concentrations in broiler chickens. **The Journal of Nutrition**, v.126, p.2888-2898, 1996.

ROSEBROUGH, R.W.; POCH, S.M.; RUSSELL, B.A.; RICHARDS, M.P. Dietary protein regulates in vitro lipogenesis and lipogenic gene expression in broilers. **Comparative Biochemistry Physiology**, v.132, p.423-431, 2002.

ROSEBROUGH, R.W.; RICHARDS, M.P.; MCMURTRY, J.P. Further studies on dietary protein reversals and lipid metabolism in the broiler. **Growth, Development and Aging** v.68, p.19-32, 2004.

RUTZ, F. **Proteínas: digestão e absorção**. In: MACARI, M; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (ed.). Fisiologia Aviária: Aplicada a frangos de corte. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p. 135-141.

SANDERCOCK, D.A.; HUNTER, R.R.; NUTE, G.R.; MITCHEL, M.A. HOCKING, P.M. Acute heat stress-induced alterations in blood acid-base status and skeletal muscle membrane integrity in broiler chickens at two ages: Implications for meat quality. **Poultry Science**, Champaign, v.80, p.418-425, 2001.

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

SAYGILI, E. I.; KONUKOGLU, D.; PAPILA, S.; AKSAY, T. Levels of plasma vitamin E, vitamin C, TBARS and cholesterol in male patients with colorectal tumors. **Biochemistry**, Moscow, v.68, nº3, p.317, 2003.

SILLER, W.G.; WIGHT, P.A.L.; MARTINDALE, L.; BANNISTER, D.W. Deep pectoral myopathy: an experimental simulation in the fowl. **Research in Veterinary Science**, v.24, p.267-268, 1978.

SIMON, J. Chicken as a useful species for the comprehension of insulin action. **Crit. Rev. Poult. Biol**, v.2, p.121-148, 1989.

SILVA, P.R.L.; FREITAS NETO, O.C.; LAURENTIZ, A.C.; JUNQUEIRA, O.M.; FAGLIARI, J.J. Blood serum components and serum protein test of Hybro-PG broilers of different ages. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.9, n.4, p.229-232, 2007.

SWENNEN, Q.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. Implications of dietary macronutrients for growth and metabolism in broiler chickens. **World's Poultry Science Journal**, v.63, p.541-556, 2007.

SWENNEN, Q.; JANSSENS, G.P.J.; COLLIN, A.; LE BIHAN-DUVAL, E.; VERBEKE, K.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. Diet-Induced Thermogenesis and Glucose Oxidation in Broiler Chickens: Influence of Genotype and Diet Composition. **Poultry Science**, Champaign, v.85, p.731-742, 2006.

SWENNEN, Q.; JANSSENS, G.P.J.; MILLET, S.; VANSANT. G; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. Effects of Substitution Between Fat and Protein on Feed Intake and Its Regulatory Mechanisms in Broiler Chickens: Endocrine Functioning and Intermediary Metabolism. **Poultry Science**, Champaign, v.84, p.1051–1057, 2005.

URBANO, T. **Nível de inclusão de óleo de soja na ração de frangos de corte criados em temperaturas termoneutra e quente.** 2006. 60f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

WANG, Y.B.; XU, B.H. Effect of different selenium source (sodium selenite and selenium yeast) on broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, em publicação. doi:10.1016/j.anifeedsci.2007.10.012, 2007.

WILLIAMSON, D.; FREI, Y.F.; DAVISON, T.F. The effect of exposure to 40 degrees on the heat production and serum concentrations of triiodothyronine, thyroxine, and corticosterone in immature domestic fowl. **Gen. Comp. Endocrinol.** v.60, p.178-186, 1985.

WOLFENSON, D.; FERI, Y.F.; SNAPIR, N.; BERMAN, A. Effect of diurnal or nocturnal heat stress on egg formation. **British Poultry Science**, v.20, p.167-174, 1979.