

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

**MICROMINERAIS COMPLEXADOS A MOLÉCULAS
ORGÂNICAS SOBRE ASPECTOS PRODUTIVOS E
QUALITATIVOS DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE
CRIADOS SOB CONDIÇÕES DE ESTRESSE TÉRMICO**

Marcel Manente Boiago
Zootecnista, Msc.

Jaboticabal – São Paulo – Brasil
2010

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

**MICROMINERAIS COMPLEXADOS A MOLÉCULAS
ORGÂNICAS SOBRE ASPECTOS PRODUTIVOS E
QUALITATIVOS DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE
CRIADOS SOB CONDIÇÕES DE ESTRESSE TÉRMICO**

Marcel Manente Boiago

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Hirasilva Borba

Co-orientador: Prof. Dr. Pedro Alves de Souza

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

Jaboticabal – São Paulo – Brasil

2010

B678m Boiago, Marcel Manente
Microminerais complexados a moléculas orgânicas sobre aspectos produtivos e qualitativos da carne de frangos de corte criados sob condições de estresse térmico / Marcel Manente Boiago. – – Jaboticabal, 2010
xiii, 71 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010
Orientadora: Hirasilva Borba
Banca examinadora: Alexandre Oba, Antônio Carlos de Laurentiz, Otto Mack Junqueira, Maria Regina Barbieri de Carvalho
Bibliografia

1. Frango de corte. 2. Estresse térmico. 3. Microminerais orgânicos. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.5:636.087.2

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**

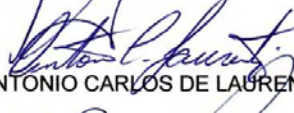
TÍTULO: MICROMINERAIS COMPLEXADOS A MOLÉCULAS ORGÂNICAS SOBRE ASPECTOS PRODUTIVOS E QUALITATIVOS DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE CRIADOS SOB CONDIÇÕES DE ESTRESSE TÉRMICO.

AUTOR: MARCEL MANENTE BOIAGO
ORIENTADORA: Dra. HIRASILVA BORBA ALVES DE SOUZA
Co-Orientador(a): DR. PEDRO ALVES DE SOUZA

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


Dra. HIRASILVA BORBA ALVES DE SOUZA

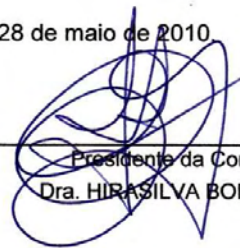

Dr. ALEXANDRE OBA


Dr. ANTONIO CARLOS DE LAURENTIZ


Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA


Dra. MARIA REGINA BARBIERI DE CARVALHO

Data da realização: 28 de maio de 2010


Presidente da Comissão Examinadora
Dra. HIRASILVA BORBA ALVES DE SOUZA

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MARCEL MANENTE BOIAGO - Nascido em 24 de dezembro de 1980 em Jales - SP, graduou-se em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP – Campus de Jaboticabal – SP, em 2004. Em março de 2005 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia na mesma instituição, adquirindo o título de Mestre em julho de 2006. Em agosto de 2006 iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na mesma instituição, submetendo-se à defesa de Tese no dia 28 de maio de 2010.

Senhor, fazei que eu procure mais consolar
do que ser consolado, compreender do que
ser compreendido, amar do que ser amado.

Pois é dando que se recebe, é perdoando
que se é perdoado, e é morrendo que se
vive para a vida eterna.

(S. Francisco de Assis)

Aos meus queridos pais

Valdomiro Boiago e Marcy Terezinha Manente Boiago

Pelo apoio oferecido e principalmente pelo amor que sempre
mostraram por mim e pelos meus irmãos.

Aos meus irmãos

DANIEL e RAFAEL MANENTE BOIAGO

Que são meus melhores amigos.

À minha noiva

Elaine Cristina da Silva

Pelo companheirismo e por ter me apoiado em todos os momentos que
precisei.

À Menina Izildinha (O Anjo do Senhor)

Que mais uma vez, intercedeu por mim para que Deus iluminasse meu
caminho para mais essa importante conquista profissional.

DEDICO

AGRADECIMENTO ESPECIAL

A Deus, por sempre iluminar o meu caminho e me dar forças para enfrentar os
obstáculos que a vida nos submete;

À minha orientadora

Professora Dra Hirasilva Borba.

Que além de exercer a função de orientadora com grande competência, é uma
grande amiga, dando bons conselhos e participando com os orientados dos
momentos de descontração.

Ao professor Dr. Pedro Alves de Souza.

Pela confiança e por estar sempre presente nos momentos necessários,
proporcionando, juntamente com a professora Dra Hirasilva
a possibilidade da utilização do laboratório para o desenvolvimento de
diversos trabalhos.

AGRADECIMENTOS

Aos professores doutores Alexandre Oba, Antônio Carlos de Laurentiz, Otto Mack Junqueira e Maria Regina Barbieri de Carvalho, por terem aceitado o convite de participarem da banca e pelas sugestões feitas;

A FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo auxílio financeiro;

A Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda, pelo fornecimento dos minerais;

A amiga e Técnica do Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal, Tânia Mara, pela ajuda durante o experimento e principalmente pela amizade, que muito considero;

Aos demais companheiros de laboratório Aline Giampietro, Tharcilla, Greicy, Leonardo, Juliana, Aline Buda, Mariana e Rita (Uíra....);

Aos amigos Rodrigo (Bago), Rafael (Passivo) e demais moradores da República Amoribunda, pelo convívio no período do experimento.

A amiga e quase irmã Aline Mary Scatolini, pela ajuda durante o experimento, pela ajuda na tradução e principalmente pela amizade;

Aos amigos Silvânia, Fábio Borba e Diego pela grande ajuda durante a fase de criação das aves;

As secretárias do Departamento de Tecnologia Bete e Renata, pelos favores prestados durante a confecção dessa dissertação;

A Sandra, Sr. Osvaldo e Elinho, funcionários da fábrica de ração, que sempre foram muito prestativos, pela ajuda durante a mistura das rações experimentais;

A Tiêko, funcionária da biblioteca, que me ajudou na correção das revisões bibliográficas.

Aos funcionários do aviário Robson, Izildo e Vicente, pela ajuda durante a criação das aves.

Ao Wilson, funcionário da UAD que muito me ajudou desde a graduação.

SUMÁRIO

	Página
Resumo.....	xi
Summary.....	xii
CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	01
Introdução.....	01
Selênio, zinco e manganês na nutrição humana.....	02
Selênio.....	02
Zinco.....	03
Manganês.....	04
Minerais orgânicos.....	05
Estresse térmico e desempenho.....	08
Estresse térmico e qualidade da carne.....	11
Referências bibliográficas.....	13
CAPÍTULO II - ÍNDICES PRODUTIVOS DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES FONTES DE SELÊNIO, ZINCO E MANGANÊS CRIADOS SOB DIFERENTES TEMPERATURAS AMBIENTES.....	20
Resumo.....	20
Introdução.....	21
Material e métodos.....	21
Resultados e discussão.....	26
Conclusões.....	34
Referências bibliográficas.....	35
CAPÍTULO III - COMPOSIÇÃO E QUALIDADE DA CARNE DO PEITO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES FONTES DE SELÊNIO, ZINCO E MANGANÊS CRIADOS SOB CONDIÇÕES DE ESTRESSE TÉRMICO.....	37

Resumo.....	37
Introdução.....	38
Material e métodos.....	39
Resultados e discussão.....	44
Conclusões.....	54
Referências bibliográficas.....	54
CAPÍTULO IV - DESENVOLVIMENTO ÓSSEO E EMPENAMENTO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES FONTES DE SELÊNIO, ZINCO E MANGANÊS CRIADOS SOB DIFERENTES TEMPERATURAS.....	57
Resumo.....	57
Introdução.....	58
Material e métodos.....	59
Resultados e discussão.....	63
Conclusões.....	69
Referências bibliográficas.....	70

MICROMINERAIS COMPLEXADOS A MOLÉCULAS ORGÂNICAS SOBRE ASPECTOS PRODUTIVOS E QUALITATIVOS DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE CRIADOS SOB CONDIÇÕES DE ESTRESSE TÉRMICO

Resumo - Avaliou-se o desempenho, qualidade e composição química da carne, resistência óssea e empenamento de frangos de corte arraçoados com dietas contendo selênio, zinco e manganês complexados ou não a moléculas orgânicas e criados sob condições de estresse térmico. Foram utilizados 980 pintos machos Cobb de um dia de idade, criados até 42 dias de idade em três câmaras climáticas, que proporcionaram temperaturas alta, termoneutra e baixa. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial $3 \times 2 + 1$, sendo três temperaturas de criação, duas fontes de selênio, zinco e manganês: inorgânica e “orgânica”, mais o tratamento testemunha (criação em câmara termoneutra sem adição de Se, Zn e Mn na ração). As aves criadas em condições de estresse térmico apresentam desempenho inferior e ossos com densidade óssea e resistência à quebra menores. A fonte orgânica proporcionou melhor desempenho, principalmente em condições de temperaturas elevadas. Selênio e zinco foram melhor absorvidos na forma orgânica, já o manganês teve absorção similar nas duas formas. As aves criadas em temperaturas baixas apresentaram carne menos macia. O empenamento das aves não foi influenciado pelos fatores testados.

Palavras – chave: Desempenho, composição química da carne, empenamento, microminerais “orgânicos”, resistência óssea

ORGANIC MINERALS AND THEIR INFLUENCE ON PERFORMANCE AND MEAT QUALITY OF BROILERS BRED UNDER THERMAL STRESS

Summary - It were evaluated performance, meat quality and composition, bone strength and feathering of broilers fed supplemented diets with different selenium, zinc and manganese sources (organic and inorganic) and raised under different environmental temperatures. Nine hundred and eighty one d. old Cobb male broilers were used during 42 days. It were used three climatic chambers (high, neutral and low temperatures) and twenty chickens per pen. It was used a $3 \times 2 + 1$ factorial arrangement (three breeding temperatures, two mineral sources and a control treatment that provided neutral temperature without mineral supplementation) with seven replicates. The means were compared by Tykey's test (5%). The thermal stressed broilers showed lower performance, bone density and strength. The organic source took to a better performance, mainly under high temperatures. Organic sources of selenium, zinc and manganese were highly absorbed, however, the absorption of both sources of manganese was similar. Chickens raised under low temperatures presented lower values of tenderness. The factors didn't influence the feathering of the chickens.

Keywords: bone strength, performance, meat composition, feathering, "organic" minerals

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Introdução

Os microminerais têm grande importância na alimentação das aves, participando de uma série de processos bioquímicos essenciais para o crescimento e desenvolvimento, sendo a formação óssea um desses processos (BRITO et al. 2006).

Os minerais zinco, magnésio e cobre estão diretamente associados ao crescimento e ao desenvolvimento do tecido ósseo (UNDERWOOD, 1999). O zinco é um dos constituintes da metaloenzima anidrase carbônica, atua no equilíbrio ácido – base e na calcificação óssea (LEESON & SUMMERS, 2001). Os tecidos muscular e ósseo são as principais reservas de Zn e possuem a capacidade de liberar possíveis excedentes desse mineral em condições de deficiência na dieta (EMMERT & BAKER, 1995). Existem interações entre Zn e Ca e Zn e P, pois na presença de altos conteúdos de cálcio e fósforo no intestino delgado, ocorre interferência na absorção de Zn, por meio da formação de compostos insolúveis (BERTECHINI, 1989).

Já o manganês ocorre no organismo principalmente no fígado, estando presente também em outros órgãos, como pele, músculos e ossos. É o ativador das enzimas envolvidas na síntese de mucopolissacarídeos e glicoproteínas que contribuem para a formação da matriz orgânica dos ossos e da casca dos ovos (GEORGIEVSKI, 1982).

Entre os microminerais exigidos para o bom desempenho de frangos de corte está o selênio, um mineral traço, não metálico e essencial nas dietas das aves, pois é um importante componente de selenoproteínas, sendo a glutathione peroxidase do citosol a primeira selenoproteína a ser descrita, além de ser a mais conhecida atualmente. Esta enzima atua sobre os peróxidos lipídicos e peróxidos de hidrogênio, convertendo-os em hidroxiácidos e água, respectivamente. Durante esta reação, duas moléculas de glutathione reduzidas são convertidas em glutathione oxidadas. Assim, a deficiência de Se torna as células mais susceptíveis ao processo oxidativo, além de aumentar a necessidade de vitamina E (KOHRLÉ et al., 2000).

A deficiência de manganês é apontada como responsável pela ocorrência da Perose em frangos de corte jovens, doença caracterizada pela deformidade óssea (TOKARNIA et al. 2000). Já a carência de zinco, de acordo com LEESON & SUMMERS (2001), ocasiona na fase embrionária das aves, curvatura da espinha e encurtamento / fusão das vértebras torácica e lombar, além de em alguns casos ser responsável pela ausência de pernas, olhos e asas. Em suínos, a deficiência de zinco gera uma dermatite denominada Paraqueratose, doença caracterizada por lesões na pele e crescimento lento.

Baixos níveis de selênio levaram à distrofia do pâncreas em frangos de corte, doença conhecida como Fibrose Pancreática, que paralisa a produção de lipase e faz com que ocorra carência de monoglicerídeos necessários para a formação de micelas biliares requeridas para a absorção de vitamina E.

Alterações no empenamento são frequentemente observadas em aves alimentadas com dietas deficientes em selênio (JENSEN, et al., 1996). DAHLKE et al. (2005) levantaram algumas hipóteses, sendo a primeira a de que o selênio atua no empenamento por meio da ação do hormônio triiodotironina (T3), pois é conhecida a sua participação como modulador enzimático na ativação deste hormônio, que, por sua vez, interfere na reação em cadeia da síntese proteica. A segunda hipótese é a de que devido à sua similaridade com o enxofre, o selênio poderia substituí-lo nos aminoácidos sulfurados (metionina - Met e cisteína - Cys), na rota metabólica de síntese de queratina, principal componente proteico da pena.

Selênio, zinco e manganês na nutrição humana

Selênio

Não existem relatos consistentes a respeito da ocorrência de deficiência de selênio na população brasileira. Entretanto, FERREIRA et al. (2002) relataram que a concentração de selênio nos grãos é considerada baixa, provavelmente devido à pobreza desse micromineral nos solos brasileiros.

LUCCI et al. (1984) realizaram levantamento sobre a concentração de selênio em alguns produtos de origem vegetal brasileiros coletados em 80 regiões diferentes do território nacional, encontrando concentrações que variaram de 1,71 a 240 ug/kg em amostras de feijão coletadas nos estados do Ceará e do Pará, respectivamente, mostrando grande variação devido à diferença de concentração nos solos dessas regiões.

Estudos relacionados com a ingestão de selênio pelos brasileiros em diferentes regiões do país mostraram baixo consumo desse micronutriente nos estados de São Paulo (18 ug/dia) e Mato Grosso do Sul (19 ug/dia). Entretanto, nos estados do Manaus e Santa Catarina o consumo desse oligoelemento foi considerado satisfatório, variando entre 94,5 e 139 ug/dia, respectivamente.

MORAES et al. (2009) relataram a necessidade de novos estudos a respeito da concentração de selênio nos solos e nos produtos agrícolas brasileiros, sendo conhecida a eficácia dos fertilizantes que contém esse micromineral na correção da sua deficiência nos solos, como já realizado em países como Finlândia Nova Zelândia e Austrália.

Zinco

Segundo a Organização Mundial da Saúde (1998), o zinco é um mineral presente em mais de 200 enzimas, o que demonstra sua importância para o bom funcionamento do metabolismo. Dentre as funções dependentes deste nutriente, destacam-se as relacionadas ao metabolismo dos ácidos nucleicos, à divisão celular e ao crescimento.

Apesar desta grande importância, o consumo de zinco costuma ser pequeno em diversos grupos populacionais. Nos alimentos, o zinco está presente em maiores quantidades nas carnes vermelhas e nas ostras, considerada a fonte mais rica deste mineral. Outros alimentos, como ovos, carne de frango, leite e derivados, frutas oleaginosas como as amêndoas e cereais integrais são boas fontes. Contudo, a

presença do mineral no alimento consumido não é suficiente para garantir que suas funções possam ser realizadas.

O aproveitamento biológico do zinco, ou seja, a quantidade de mineral ingerido que efetivamente permanece disponível para o desempenho de suas funções, pode ser afetado pela presença de determinados componentes da dieta. Entre estes componentes estão outros minerais, fitatos e fibra alimentar.

Os sinais de carência de zinco são bastante variados, e incluem diminuição da percepção gustativa, perda de apetite, atraso do crescimento, alterações da pele e depressão do sistema imune, o que facilita a instalação de doenças. Se a dieta fornecer quantidade de zinco insuficiente durante a gestação, poderá haver comprometimento do desenvolvimento do feto. Situações extremas de deficiência provocam atraso na maturação sexual, e foram observadas em populações submetidas a dietas bastante deficientes, tendo como base o consumo de cereais e pobres em produtos de origem animal. As recomendações nutricionais para zinco, assim como para os demais nutrientes, variam de acordo com o estágio de desenvolvimento do organismo e o sexo. Adultos necessitam de uma ingestão diária de 12 a 14 mg e crianças algo próximo de 10 mg. Mulheres em amamentação necessitam de maior ingestão desse mineral, se aproximando de 20 mg/dia (DANTAS & COZZOLINO, 1990).

Manganês

O manganês atua em três áreas principais do metabolismo: síntese de glicosaminoglicanos, incluindo síntese de matriz mucopolissacarídica da cartilagem; metabolismo de carboidratos via estabilização ou ativação de algumas enzimas da neoglicogênese e metabolismo de lipídios. A recomendação atual da Academia Nacional de Ciências dos EUA é de 0,7 a 1,0 mg/dia para crianças de sete a 12 meses de idade e de 2,5 a 5 mg/dia para adultos.

Descrita em animais, principalmente em filhotes e na gestação, sua deficiência causa problemas neurológicos e de formação da estrutura cartilaginosa. Não há descrição de deficiências em homens, embora se atribua alta incidência de alterações

cartilaginosas na África do Sul à níveis baixos de manganês no ambiente (QUINTAL et al., 1991).

Minerais “orgânicos”

Uma vez no lúmen intestinal, os minerais precisam ser inicialmente solubilizados em sua forma iônica para serem absorvidos. Essas formas possuem cargas elétricas, podendo interagir com outros componentes da dieta, tornando-os indisponíveis para o animal. Devido a essas incertezas, as concentrações fornecidas na dieta são geralmente mais elevadas que o mínimo necessário para o desempenho ideal, resultando muitas vezes em suplementação excessiva e desnecessária, acarretando possível impacto ambiental (CLOSE, 1998). Uma maneira de neutralizar esse efeito indesejado é utilizar a forma “orgânica” desses minerais, que, segundo a Association Of American Feed Control Officials - AAFCO (1997) são íons metálicos ligados quimicamente a uma molécula orgânica, formando estruturas com características únicas de estabilidade e de alta biodisponibilidade.

A classificação dos minerais orgânicos, de acordo com AAFCO (2000) consiste em: Complexo específico metal aminoácido, resultante da ligação de um sal metal solúvel com um aminoácido específico; Complexo metal aminoácido, resultante da ligação de um sal metal solúvel com aminoácidos; Quelato metal aminoácido, resultante da reação de um íon metálico de um sal solúvel com aminoácidos com taxa molar de um mol do metal para 1 a 3 moles do aminoácido, os quais formam ligações coordenadas (com peso molecular do quelato hidrolisado superior a 800 Daltons); Metal proteinado, originado da quelação de um sal solúvel com aminoácidos e/ou proteínas parcialmente solubilizadas; Complexo metal - polissacarídeo, resultante da ligação de um sal solúvel com uma solução de polissacarídeos.

Esses complexos minerais 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).

Avaliando o desempenho de frangos de corte (Cobb 500) oriundos de matrizes pesadas alimentadas com ração contendo microminerais (selênio, zinco e manganês) associados a moléculas orgânicas, SANTOS et al. (2003) encontraram mortalidade aos sete dias de idade significativamente inferior para as aves oriundas de matrizes que receberam ração suplementada com minerais complexados a moléculas orgânicas em comparação àqueles nas formas inorgânicas.

Um estudo conduzido por LEESON (2003) mostrou que a substituição da fonte de suplementação (inorgânica por “orgânica”) e a redução gradativa nos níveis de suplementação dos minerais (Zn, Mg, Fe e Cu) não afetaram o desempenho de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade. Porém, houve redução significativa na excreção de Zn, Cu e Mg com a redução da suplementação dos microminerais na forma “orgânica”.

PIMENTEL et al. (1991) não verificaram diferenças na biodisponibilidade relativa entre as fontes de zinco (óxido de zinco e zinco metionina) para frangos de corte. Já AOYAGI & BAKER (1993b) verificaram que a absorção do zinco do quelato zinco-lisina foi 11% maior quando comparado com o sulfato de zinco, utilizando-se a concentração de zinco nos ossos como característica avaliada.

A biodisponibilidade de manganês proveniente de diferentes fontes de suplementação foi determinada por SMITH et al. (1995), em um experimento com frangos de corte. Tais autores notaram que a biodisponibilidade das fontes óxido de manganês e proteinato de manganês em relação ao sulfato de manganês (100%) foram de 91 e 120% (21 dias) e de 83 e 125% (49 dias), respectivamente.

LAGANÁ et al. (2004) conduziram um experimento visando avaliar o efeito de dietas suplementadas com vitaminas C e E e minerais (Se e Zn) associados a moléculas orgânicas no desempenho de frangos de corte de 1 a 35 dias, submetidos a

partir do 14º dia ao estresse cíclico pelo calor (25 a 32º C). Tal experimento permitiu concluir que a suplementação de rações com vitaminas C e E e minerais associados a moléculas orgânicas melhorou o desempenho das aves submetidas ao estresse por calor e não apresentou vantagens para aves criadas em ambientes termoneutros. Tal resultado chama a atenção, pois são poucas as regiões brasileiras produtoras de frangos onde o animal não é submetido a estresse térmico.

Conduzindo um experimento que teve como objetivo examinar o efeito de fontes de selênio e concentrações de vitamina E nas dietas de frangos de corte sobre o desempenho e qualidade da carne do peito das aves, CHOCT & NAYLOR (2004) observaram que o aumento da concentração de vitamina E de 50 para 100 UI não afetou o desempenho das aves, porém o valor das perdas de líquido do músculo após 24h, tendeu a ser reduzido. A adição de Se complexado a moléculas orgânicas na ração melhorou o empenamento das aves, diminuiu as perdas de líquido do músculo do peito após 24h e trouxe notável melhora no rendimento de peito das aves, além de menor concentração do mineral nas excretas, quando comparado àquelas das aves que receberam ração que continha a fonte convencional, o selenito de sódio.

CHOCT et al. (2004) perceberam que o aumento da concentração de Se na dieta de frangos de corte ocasionou considerável melhora na conversão alimentar e, quando fornecido na forma orgânica, proporcionou melhor empenamento das aves. Também observaram que aquelas que receberam Se orgânico em suas dietas apresentaram melhores rendimentos de carcaça e peito, além de reduzida perda por gotejamento, que foi atribuída pelos autores à melhora na resistência da membrana celular aos danos provocados pelos radicais livres, causando diminuição na perda de água do músculo.

MOREIRA et al. (2001) alimentaram frangos de corte (Cobb 500) com ração composta principalmente por milho e farelo de soja, contendo diferentes suplementações (0; 0,15; 0,45; 0,75; 1,05 e 1,35 mg/kg) e fontes (orgânica e inorgânica) de selênio, objetivando avaliar o desempenho das aves aos 21 e aos 42 dias de idade. Tais pesquisadores observaram que as fontes de Se testadas influenciaram o peso vivo e o ganho de peso nas duas idades, sendo a forma orgânica superior à inorgânica para tais parâmetros. A variação das concentrações de Se teve

influência somente sobre o consumo de ração até os 21 dias de idade, sendo que 1,05mg/kg influenciou positivamente o consumo (quando comparada à dieta não suplementada), não alterando os demais parâmetros produtivos.

Suplementando dietas de frangos de corte com Zn (0, 300 e 600 mg/kg) e Se (0 ou 1,2 mg/kg como selenito de sódio ou 0,2 mg/kg como selenometionina), BOU et al. (2005) avaliaram possível influência sobre a concentração de Se e a oxidação lipídica da carne armazenada sob congelamento. A concentração de Se na carne foi afetada pelas suplementações com selênio e zinco, sendo que somente a fonte orgânica provocou aumento significativo desse mineral quando comparado com a dieta controle (sem suplementação). Nenhum dos fatores estudados afetou a taxa de oxidação (TBARS - substâncias reativas ao ácido Tiobarbitúrico, teste que quantifica o malonaldeído, um dos principais produtos da decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poliinsaturados, formado durante o processo oxidativo) da carne armazenada (74 dias e 18 semanas).

Estresse térmico e desempenho

Vários são os estudos na literatura mostrando o efeito prejudicial do estresse térmico sobre o desempenho e ao sistema imune das aves de corte, sendo essas mais sensíveis ao calor que ao frio (RIBEIRO et al., 2008).

Diversas regiões produtoras de frangos de corte se encontram em áreas onde o estresse causado por elevadas temperaturas limita o desempenho e aumenta a sensibilidade a doenças (FERKET & QURESHI, 1992).

Segundo FURLAN & MACARI (2002), variações climáticas podem tanto ter efeitos negativos como positivos sobre a criação de aves de corte, fazendo com que elevadas temperaturas reduzam o consumo de alimento prejudicando o desempenho. Entretanto, baixas temperaturas podem melhorar o ganho de peso, porém com piora da conversão alimentar. Esses mesmos autores definiram como zona de conformo térmico uma faixa de temperatura ambiente na qual a taxa metabólica é mínima e a

homeotermia é mantida com menos gasto energético, direcionando essa reserva energética para a produção.

A sensibilidade das aves ao estresse calórico aumenta à medida que a umidade relativa e temperatura ambiente ultrapassam a zona de conforto térmico, dificultando assim a dissipação de calor. Algumas medidas podem ser tomadas para minimizar as perdas decorrentes do estresse calórico, podendo-se citar, entre outras, a utilização de ventiladores e nebulizadores, manipulação da proteína e energia da dieta, aclimação das aves, utilização de antitérmicos, ácido ascórbico, eletrólitos, manejo do arração e manejo da água de bebida (BORGES et al., 2003).

Entre as respostas fisiológicas compensatórias das aves expostas ao calor, inclui-se a vasodilatação periférica, que resulta em aumento na perda de calor não evaporativo. Assim, na tentativa de aumentar a dissipação do calor, a ave consegue aumentar a área superficial, mantendo as asas afastadas do corpo, eriçando as penas e intensificando a circulação periférica. A perda de calor não evaporativo pode também ocorrer com o aumento da produção de urina, se esta perda de água for compensada pelo maior consumo de água com temperatura inferior à corporal. Outra resposta fisiológica é o aumento na taxa respiratória, resultando em perdas excessivas de dióxido de carbono (CO_2). Assim, a pressão parcial de CO_2 (pCO_2) diminui, levando à queda na concentração de ácido carbônico (H_2CO_3) e hidrogênio (H^+). Em resposta, os rins aumentam a excreção de HCO_3^- e reduzem a excreção de H^+ na tentativa de manter o equilíbrio ácido-base da ave. Esta alteração do equilíbrio ácido-base é denominada de alcalose respiratória (BORGES et al., 2003).

ROSA et al. (2007) avaliaram o efeito do estresse térmico (32°C) sobre o desempenho de duas linhagens de frango de corte, sendo uma melhorada geneticamente (Ross 308) e uma linhagem não melhorada (Embrapa). Tais autores observaram efeito da temperatura sobre as duas linhagens, observando melhor desempenho no grupo criado em temperatura neutra (23°C). Entretanto foi observada maior queda de desempenho no grupo melhorado geneticamente (Ross 308), que, segundo os autores ocorreu devido ao fato das aves melhoradas normalmente consumirem mais ração, o que causa maior produção calórica e conseqüente redução

do consumo de alimento, na tentativa da manutenção da homeostase térmica. No mesmo experimento os autores observaram menor rendimento de peito das aves estressadas termicamente, entretanto tal resultado foi observado somente nas aves da linhagem Ross, no grupo das aves não melhoradas tal efeito não foi observado.

Em experimento semelhante, LANA et al. (2000) avaliaram o desempenho e a composição da carcaça de frangos de corte da linhagem Hubbard criados em temperaturas termoneutra e quente. Tais autores encontraram efeito das temperaturas de criação sobre o consumo de ração e o ganho de peso, não havendo diferença para conversão alimentar devido ao fato de que estes parâmetros tiveram queda semelhante (15%) quando as aves foram submetidas ao estresse térmico. Nesse mesmo trabalho observou-se maior rendimento de coxa no grupo das aves criadas em temperaturas elevadas.

Avaliando a influência da temperatura ambiente (quente, termoneutra e fria), além da concentração (de 0,15 a 0,40 mg/kg) e da fonte de Selênio (selenometionina e selenito de sódio) sobre o desempenho de frangos de corte da linhagem Cobb 500, criados de 1 a 42 dias de idade, DAHLKE et al. (2005) observaram influência da temperatura sobre os parâmetros produtivos, sendo a termoneutra superior às demais, independentemente das fontes ou concentrações de selênio utilizadas. Nesse mesmo trabalho os autores avaliaram o efeito dos tratamentos sobre o empenamento das aves, chegando à conclusão de que a suplementação da ração com selênio complexado a moléculas orgânicas melhorou o empenamento dos frangos de corte em uma fase considerada crítica para a sua homeostase térmica, isto é, até os 21 dias de idade.

Além de comprometer o desempenho das aves, a temperatura ambiente elevada está associada à queda da digestibilidade de proteínas e da retenção de minerais pelo organismo (AUSTIC, 1985; SAHIN & KUCUK, 2003a).

Aumento na excreção de minerais é um das mais importantes consequências originadas pelo estresse térmico. BELAY & TEETER (1996) relataram menores taxas de retenção de fósforo, potássio, sódio, magnésio, enxofre, manganês, cobre e zinco em frangos de corte criados em câmaras que proporcionaram temperaturas cíclicas que

variaram de 24 a 35°C, comparados com outros que foram criados em câmaras que proporcionaram temperatura neutra (24°C).

Algumas vitaminas como a C, E e A, assim como o zinco, são utilizados para aliviar os efeitos causados pelo estresse térmico. A suplementação da dieta com zinco é hoje comum, sendo reportada por melhorar o desempenho de poedeiras estressadas pelo calor (SAHIN & KUCUK, 2003).

Estresse térmico e qualidade da carne

O termo qualidade da carne é definido por características objetivas como as físicas, nutricionais e higiênicas, e as subjetivas, que são as sensoriais, apresentação e a forma do produto.

Aparência, textura, suculência e sabor são os principais atributos relacionados à qualidade da carne de aves, sendo a aparência e a textura os parâmetros mais importantes, influenciando o consumidor na seleção inicial e na satisfação final do produto.

Diversos estudos têm sido realizados objetivando relacionar os efeitos do desconforto térmico com a qualidade da carne de frangos de corte. McCURDY et al. (1996) observaram aumento da luminosidade da carne do peito de perus criados em época de temperaturas elevadas, enquanto BIANCHI et al. (2007), ao estudarem a influência da estação do ano sobre a qualidade da carne de frangos de corte, observaram que aves abatidas durante o verão apresentaram cor do músculo pálida e menores valores de vermelho, baixo pH, perdas maiores por gotejamento e por cozimento, valores baixos para força de cisalhamento e alta percentagem de umidade, além de reduzidas porcentagens de proteína e cinzas.

McKEE & SAMS (1997) relataram que o estresse calórico durante a fase de criação de frangos de corte ocasionou rápida queda do pH, palidez e aumento nas perdas de peso por gotejamento e por cozimento da carne do peito das aves.

Segundo NORTHCUTT et al. (1994), frangos expostos ao estresse térmico agudo ou de curto prazo, antes do abate, apresentam alterações na qualidade da

carne. Episódios de estresse agudo podem ser vivenciados em uma produção comercial de frangos, ou durante algumas das etapas da cadeia produtiva como transporte ou tempo de espera no frigorífico antes do abate (WARRISS et al. 1993), em que podem ocorrer episódios de calor ou frio intensos.

HOLM & FLETCHER (1997) estudaram a influência do estresse térmico sobre os parâmetros de qualidade de carne em frangos e observaram que o estresse térmico de 12 horas, antes do abate, induziu a pH final abaixo do normal, menor perda de peso por cocção e aumento da rigidez da carne de peito de frango.

Os resultados de avaliação dos parâmetros de qualidade observados na literatura, portanto, evidenciam que o estresse térmico sofrido por frangos de corte influencia negativamente o pH, que tende a ser inferior na carne de animais estressados. Como consequência, os frangos de corte podem sofrer desnaturação proteica e com isso redução da capacidade em reter água nas proteínas musculares. A baixa capacidade de retenção de água pode ser verificada nos valores elevados de perda de peso por cocção (PPC) e perda de peso por gotejamento (PPG), característica indesejável para produtos cárneos, já que esse tipo de produto apresenta rendimento deficiente e pouca suculência. Além disso, as taxas mais elevadas de força de cisalhamento contribuem para a redução da qualidade desse tipo de carne, isso porque apresenta menor potencial proteolítico *post mortem*, o que leva à diminuição da maciez.

LIN et al. (2006), ao submeterem frangos de corte a uma temperatura ambiente de 32°C por seis horas relataram que a elevada temperatura corporal pode induzir alterações metabólicas que envolvem o estresse oxidativo. Os níveis de TBARS no plasma e no fígado se elevaram em comparação aos encontrados no sangue dos frangos do tratamento controle, que não foram estressados.

A oxidação lipídica é uma das maiores causas de deterioração da qualidade em carnes, contribuindo para degradação do *flavor* e redução da vida útil dos produtos devido à iniciação da peroxidação (VERCELLOTTI et al. 1992). Porém, segundo BROSSI et al. (2007), o estresse térmico induzido em frangos de corte, por duas horas a aproximadamente 35°C e 75% de umidade relativa, não provocou alterações

químicas detectadas pela análise de TBARS no músculo da sobrecoxa, refrigerada durante um, sete ou 14 dias de armazenamento.

BROSSI (2007), ao avaliar parâmetros de qualidade de carne de peito de frango que passaram por estresse térmico severo pré-abate (35°C, 75% umidade relativa, por 2 horas), observou que o gasto intenso de energia do animal, no momento do estresse, resultou em elevação da glicólise, gerando como respostas na carne, principalmente, características de escurecimento e alto valor de pH.

AKSIT et al. (2006), avaliando três temperaturas de criação (22, 28 e 34°C), encontraram pH baixo e valores altos para luminosidade (L*), vermelho (a*) e para a relação vermelho: amarelo em peitos de frangos.

Mediante o exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho, qualidade da carne, parâmetros de qualidade óssea e empenamento de frangos de corte arraçoados com dietas contendo selênio, zinco e manganês nas formas inorgânicas e complexadas a moléculas orgânicas, criados em diferentes temperaturas ambientes.

Referências

AKSIT, M. et al. Effects of temperature during rearing and crating on stress parameters and meat quality of broilers. **Poultry Science**., v. 85, p. 1867-1874. 2006.

AMERICAN ASSOCIATION FEED CONTROL OFFICIALS – AAFCO (Atlanta): 1997. 266 p.

AOYAGI, S.; BAKER, D. H. Nutritional evaluation of a cooper-lysine and zinc-lysine complexes for chicks. **Poultry Science**, v. 72, n.1, p. 16-171, 1993.

AUSTIC, R. E. Feeding poultry in hot and cold climates. In: Stress Physiology in livestock. Boca Raton: CRC Press, 1985. v. 3 , p. 123–136.

BELAY, T.; TEETER, R. G. Virginiamycin and caloric density effects on live performance, blood serum metabolite concentration, and carcass composition of broilers reared in thermoneutral and cycling ambient temperatures. **Poultry Science**, v. 75, p. 1383 - 1392, 1996.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**, Brasília: ed. 1. 1989, 193 p.

BIANCHI, M. et al. The influence of the season and market class of broiler chickens on breast meat quality traits. **Poultry Science**., v. 86, p. 959-963, 2007.

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

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

BOU, R. et al. Effect of dietary fat source and Zn and Se supplements on the composition and consumer acceptability of chicken meat. **Poultry Science**, v. 84, n. 7, p.1129-1440, 2005.

BRITO, J.A.G. et al. Uso de microminerais na forma de complexo orgânico em rações para frangas de reposição no período de 7 a 12 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1342-1348, 2006.

BROSSI, C. et al. Oxidação lipídica em carne de frango exposto a estresse térmico severo pré-abate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 4., 2007, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: Centro de Pesquisa e

Desenvolvimento de Carnes – Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2007. v.1. p. 231-233.

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

CLOSE, W. H. The role of trace mineral proteiates in pig nutrition. In: Biotechnology in the food industry, In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 14., 1998, Nottingham. **Proceedings...** p. 469-376.

DAHLKE, F. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes fontes e concentrações de selênio criados sob condições de estresse térmico. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Santos, supl. 7, p. 88, 2005.

DANTAS, R. P., COZZOLINO, S. M. F. Biodisponibilidade de zinco em dieta regional de São Paulo. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 40, n. 2, p. 221-30, 1990.

EMMERT, J. L.; BAKER, D. H. Protein quality assessment of soy products. **Nutrition Research**. v. 15, p. 1647, 1995.

FERKET, P.R.; QURESHI, M.A. Performance and immunity of heat-stressed broilers fed vitamin and electrolyte supplemented drinking water. **Poultry Science**, v. 71, p. 88-97, 1992.

FERREIRA,K.S. et al. Concentrações de selênio em alimentos consumidos no Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, 11 , 172 - 177, 2002.

GEORGIEVSKII, V. I. **Mineral nutrition of animals**. London: Butterworths, 1982, 475 p.

HOLM, C.G. P.; FLETCHER, D. L. *Ante mortem* holding temperatures and broiler breast meat quality. *Journal Applied Poultry Research*, v. 6, p. 180-184, 1997.

JENSEN, L.S. et al. Dietary selenium status and plasma thyroid hormones in chicks. **Biological Trace Element Research**, v. 10, p. 11-18, 1996.

KOHRLE, J. et al. Selenium in biology: facts and medical perspectives. **Biology Chemistry**. v. 381, p. 849-864, 2000.

LAGANÁ, C. et al. O efeito de dietas suplementadas com vitaminas C e E e minerais orgânicos Zn e Se no desempenho de frangos de corte estressados pelo calor. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 41., 2004, Campo Grande – MS. **Resumos...** 1 CD Rom.

LANA, G.R.Q. et al. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar sobre o desempenho composição da carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p.1117-1123, 2000.

LEESON, S. A. A new look at trace mineral nutrition of poultry: can we reduce the environmental burden of poultry manure. In: ANNUAL SYMPOSIUM ON BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 19., 2003, Nottingham. **Proceedings...** p. 147-162.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Nutrition of the chickens. 4. ed. Guelph: University Books, 2001. p. 591.

LIN, H. et al. Acute heat stress induces oxidative stress in broiler chickens. **Comparative Biochemistry and Physiology. Part A**, Oxford, v. 144, p. 11-17, 2006.

LUCCI, C. S. et al. Selênio em bovinos leiteiros do estado de São Paulo. II. Níveis de selênio nas forragens e concentrados. **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP**, v. 21, p. 71-76, 1984.

MACARI, M., FURLAN, R. L., GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375 p.

McCURDY, R. D., BARBUT, S., QUINTON, M. Seasonal effect on pale soft exudative (PSE) occurrence in young turkey breast meat. **Food Research**, v. 29, p. 363-366, 1996.

McKEE, S. R.; SAMS, A. R. The effect of seasonal heat stress on rigor development and the incidence of pale, exudative turkey meat. *Poultry Science*, v. 76, p. 1616-1620, 1997.

MORAES, M.F. et al. Evidences of selenium deficiency in Brazil: from soil to human nutrition. In: **International Conference on Selenium in the Environment and Human Health**, 1. 2009.

MOREIRA, J. et al. Efeito de fonte e concentrações de Selênio na atividade enzimática da glutathiona peroxidase e no desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 645-649, 2001.

NORTHCUTT, J. K.; FOEGEDING, E. A.; EDENS, F. W. Water-holding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. **Poultry Science**, Ithaca, v. 73, p. 308-316, 1994.

OMS - Organização Mundial da Saúde. **Elementos traço na nutrição e saúde humanas. [Trace elements in human nutrition and health]**. São Paulo: Roca, 1998.

PIMENTEL, J. L.; COOK, M. E.; GREGER, J. L. Bioavailability of zinc-methionine for chicks. **Poultry Science**, v. 70, n. 7, p. 1637-1639, 1991.

QUINTAL, V. S.; LOTUFO, J. P. B.; BETTA, S. L. Importância dos oligoelementos na nutrição perinatal. **Revista Revisões e Ensaio**s, p. 87-95, 1991.

RIBEIRO, A. M. L. et al. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos e sua ação sobre a imunocompetência de frangos de corte submetidos ao estresse pelo calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 636-644, 2008.

ROSA, P. S. et al. Performance and carcass characteristics of broiler chickens with different growth potential and submitted to heat stress. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 9, p. 181-186, 2007.

SAHIN, K.; KUCUK, O. Heat stress and dietary vitamin supplementation of poultry diets. **Livestock Feeds Feeding**, v. 73, p. 41, 2003.

SMITH, M. O. et al. Relative biological availability of manganese from manganese proteinate, manganese sulfate, and manganese monoxide in broilers reared at elevated temperatures. **Poultry Science**, v. 74, p. 702-707, 1995.

TOKARNIA, C. H., DÖBEREINER, J., PEIXOTO, P. V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente, principalmente bovinos em regime de campo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 20(3), p. 127-138, 2000.

UNDERWOOD, E. J. **The mineral nutrition of livestock**. 3. ed. Wallingford: CAB, 1999. 614 p.

VERCELLOTTI, J. R. et al. Lipid oxidation in foods: An overview. In: **Lipid oxidation in food**. Washington: American Chemical Society, 1992. p.1-11.

WARRISS, P. D.; KESTIN, S. C.; BROWN, S. N. The depletion of glycogen stores and levels of dehydration in transported broiler. **British Veterinary Journal**, London, v. 149, n. 4, p. 391-398, 1993.

CAPÍTULO II – ÍNDICES PRODUTIVOS DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES FONTES DE SELÊNIO, ZINCO E MANGANÊS CRIADOS SOB DIFERENTES TEMPERATURAS AMBIENTES.

Resumo - Objetivou-se avaliar o desempenho e o rendimento de carcaça e partes de frangos de corte alimentados com rações contendo selênio, zinco e manganês complexados ou não a moléculas orgânicas, criados em diferentes temperaturas. Foram utilizados 980 pintainhos machos de um dia de idade da linhagem Cobb, que foram criados durante 42 dias em três câmaras climáticas, que proporcionaram temperaturas alta, termoneutra e baixa. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial $3 \times 2 + 1$, sendo três temperaturas de criação, duas fontes de selênio, zinco e manganês: inorgânica e “orgânica”, mais o tratamento testemunha (criação em câmara termoneutra sem adição de Se, Zn e Mn na ração). Os resultados do presente trabalho permitem concluir que as aves criadas em condições de estresse térmico apresentam desempenho inferior, sendo mais sensíveis ao calor. A utilização de microminerais complexados a moléculas orgânicas proporcionou melhor desempenho quando as aves foram criadas em ambientes quentes. Quando criadas em temperatura neutra as aves não necessitaram da suplementação da dieta com os minerais.

Palavras – chave: Desempenho, estresse térmico, microminerais “orgânicos”, rendimento de cortes

Introdução

A utilização de microminerais na forma "orgânica", ou seja, complexados a algum tipo de estrutura orgânica, é hoje bastante estudada, sendo essas fontes apontadas como responsáveis por melhora dos índices produtivos de frangos de corte (CHOCT et al., 2004; MOREIRA et al., 2001).

Quando em situações de estresse térmico, algumas funções metabólicas das aves são alteradas, na tentativa de se manterem na zona de neutralidade térmica. Entretanto, tais alterações levam a queda de desempenho e do sistema imune das aves (RIBEIRO et al. 2008). Diversos estudos mostram a influência negativa do estresse térmico sobre o desempenho de frangos de corte, sendo que o calor é apontado como maior colaborador para tal queda (LAURENTZ, 2000; DAHLKE, 2005; OBA, 2006).

A eficácia dos microminerais complexados na nutrição de frangos de corte tem sido demonstrada, na maioria das vezes, através de experimentos realizados em condições de temperatura ambiente, sendo poucos os relatos de pesquisadores que submeteram as aves a situações de desafios, como por exemplo, estresse térmico.

Diante do exposto, o presente estudo objetivou avaliar o desempenho e o rendimento de cortes de frangos de corte arraçoados com dietas contendo diferentes fontes de selênio, zinco e manganês criados sob diferentes temperaturas ambientes.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no aviário experimental do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias / Unesp, Campus de Jaboticabal – SP. Foram utilizados 980 pintainhos machos de um dia de idade da linhagem Cobb, criados durante o período de 42 dias, divididos em 3 fases: inicial (1-21 dias), crescimento (22-35 dias) e acabamento (36–42 dias).

As aves foram criadas em três câmaras climáticas, equipadas com sistemas de aquecimento e refrigeração, que proporcionaram as diferentes temperaturas (Quadro 1)

de acordo com as fases de criação. Foram distribuídas 20 aves por box, com base no peso médio do lote.

Quadro 1. Temperaturas utilizadas durante a criação das aves.

Idade das Aves (dias)	Temperatura (° C)		
	Alta	Termoneutra	Baixa
1 - 3	35 ±2	35 ±2	35 ±2
4 - 7	35 ±2	30 ±2	25 ±2
8 - 14	34 ±2	27 ±2	20 ±2
15 - 21	33 ±2	26 ±2	18 ±2
22 - 42	32 ±2	26 ±2	18 ±2

Foram realizadas quatro vacinações (via água), de acordo com a rotina do aviário, sendo duas contra a Doença de Gumboro (cepa fraca e intermediária, com 7 e 19 dias, respectivamente) e New Castle (cepa fraca e intermediária, com 7 e 19 dias, respectivamente).

Água e ração foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental, sendo nos primeiros dias fornecidas em bebedouros tipo copo de pressão e comedouros tubulares infantis. Após esse período foram utilizados bebedouros tipo pendular e comedouros tubulares (adulto).

No final de cada fase de criação (inicial, crescimento e acabamento) foram realizadas pesagens das aves e das sobras de ração, objetivando avaliar os índices de desempenho (consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e viabilidade) nos períodos de 1 a 21, 1 a 35 e 1 a 42 dias de idade.

As aves foram abatidas no abatedouro experimental, localizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da FCAV – Unesp, Câmpus de Jaboticabal. Foi realizado jejum alimentar de 6 horas e descanso pré abate de 2 horas. Antes de serem sangradas, as aves foram insensibilizadas eletricamente, por meio de corrente em solução salina.

Rações experimentais e tratamentos

As rações experimentais (Tabela 1) foram preparadas em um misturador horizontal com capacidade de 75 a 500 kg. As formulações basearam-se nas exigências apresentadas nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et. al. 2005). As fontes inorgânicas utilizadas foram selenito de sódio, sulfato de zinco e sulfato de manganês, enquanto as “orgânicas” foram Sel-Plex[®] (Mín. 1.000 mg de Se/kg do produto), Bioplex[®] Zinco (Mín. 150.000 mg de Zn/kg do produto) e Bioplex[®] Manganês (Mín. 150.000 mg de Mn/kg do produto), da empresa Alltech Agroindustrial do Brasil Ltda.

Os níveis de inclusão dos microminerais nas rações foram 0,3; 60 e 65 mg de selênio, zinco e manganês por quilo de ração, respectivamente. A pré-mistura utilizada não continha as fontes dos minerais em questão, sendo as mesmas adicionadas separadamente. Assim, o tratamento controle forneceu apenas as concentrações dos minerais contidas no milho e no farelo de soja.

Tabela 1. Composições percentuais e calculadas das rações experimentais.

Ingredientes (%)	Fase de Criação		
	Inicial (1 – 21 dias)	Crescimento (22 – 35 dias)	Acabamento (36-42 dias)
Milho	57,20	63,89	65,04
Farelo de soja	36,94	30,26	27,86
Óleo de soja	1,81	2,47	3,87
Fosfato bicálcico	1,83	1,63	1,38
Calcáreo calcítico	1,3	0,85	0,95
Cloreto de sódio	0,3	0,3	0,3
Pré mistura vit. Min.*	0,5	0,5	0,5
Metionina (98%)	0,12	0,10	0,10
Total	100	100	100
Composição Calculada			
Proteína bruta, %	21,5	19,00	18
Energia Metab., kcal/kg	3000	3121	3225
Fósforo disponível, %	0,45	0,40	0,35
Cálcio, %	0,95	0,84	0,80
Metionina + cistina, %	0,85	0,78	0,75
Metionina, %	0,50	0,46	0,45
Lisina, %	1,20	1,06	1,00

* **Composição do produto (kg)** – **Inicial:** vit. A 7.000.000 UI, vit. D3 4.000.000 UI, vit. E 5000 mg, vit. K 1200 mg, vit. B1 360 mg, vit. B2 2000 mg, vit. B6 700 mg, vit. B12 7000mcg, niacina 7500 mg, biotina 30 mg, ácido pantotênico 6000 mg, ácido fólico 300 mg, colina 200 mg, ferro 1 1000 mg, cobre 3000 mg, iodo 204 mg, cloro 360 mg, promot. cresc. e efic. alimentar 20mg, coccidiostático 100 g, antifúngico 2000 mg, antioxidante 10 mg, magnésio 50 g, enxofre 40 g, veículo energético e protéico (q. s. p.) 1.000g. **Crescimento:** vit. A 1.500.000 UI, vit. D3 3.500.000 UI, vit. E 4800 mg, vit. K 1100 mg, vit. B1 340 mg, vit. B2 1700 mg, vit. B6 700 mg, vit. B12 6500mcg, niacina 7000 mg, biotina 30 mg, ácido pantotênico 5000 mg, ácido fólico 250 mg, colina 120 mg, ferro 11.000 mg, cobre 3000 mg, iodo 240 mg, cloro 360 mg, promot. cresc. e efic. alimentar 20mg, coccidiostático 100 g, antifúngico 2000 mg, antioxidante 10 mg, magnésio 50 g, enxofre 30 g, veículo energético e protéico (q. s. p.) 1.000g. **Acabamento:** vit. A 1.500.000 UI, vit. D3 3.500.000 UI, vit. E 4500 mg, vit. K 1000 mg, vit. B1 300 mg, vit. B2 1600 mg, vit. B6 700 mg, vit. B12 6500mcg, niacina 7000 mg, biotina 30 mg, ácido pantotênico 5000 mg, ácido fólico 250 mg, colina 120 mg, ferro 1 .1000 mg, cobre 3000 mg, iodo 240 mg, cloro 360 mg, antifúngico 2000 mg, antioxidante 10 mg, magnésio 50 g, enxofre 30 g, veículo energético e protéico (q. s. p.) 1.000g.

Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3 X 2 + 1, sendo três temperaturas de criação: alta, termoneutra e baixa, duas fontes de

selênio, zinco e manganês: inorgânica e “orgânica”, mais o tratamento testemunha (criação em câmara termoneutra sem adição de Se, Zn e Mn na ração). Foram utilizadas 7 repetições com 20 aves por parcela experimental. Após verificação da Homogeneidade da variância pelo teste de Bartlett as médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o sistema operacional SAS (1999).

Parâmetros avaliados:

Ganho de peso (kg): As aves foram pesadas no início do experimento e no final de cada fase de criação (21, 35 e 42 dias). O ganho de peso foi calculado nos períodos de 1 a 21, 1 a 35 e 1 a 42 dias de idade.

Consumo de ração / ave (kg): Foi obtido por meio do consumo de ração das aves de cada lote, em cada período (1 a 21, 1 a 35 e 1 a 42), dividido pelo número de aves de cada lote.

Conversão alimentar: Foi calculada através da relação entre o consumo de ração e ganho de peso das aves em cada período estudado.

Viabilidade (%): Foi calculada dividindo-se o número de aves existentes no final de cada fase pelo número de animais existentes no início de cada fase, multiplicado por 100.

Rendimento de carcaça e cortes (%): No final do experimento, foram amostradas e pesadas (individualmente) três aves de cada parcela, representando o peso médio da parcela. Em seguida, foram identificadas com anéis nas canelas, colocadas em engradados e levadas para o abate, após jejum alimentar de 6 horas e 2 horas de descanso. Em seguida, foram pesadas novamente, para obtenção do peso de abate, o qual serviu de referência para o cálculo do rendimento de carcaça. Os

rendimentos de cortes (peito, pernas, dorso e asas) foram obtidos através da relação entre seus respectivos pesos e o peso da carcaça, sem o resfriamento em tanque com água e gelo (Chiller), de acordo com MENDES (2001).

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e viabilidade das aves até vinte e um dias de idade são apresentados na Tabela 2. Houve interação significativa para viabilidade entre temperatura de criação e fontes de microminerais utilizadas, sendo o respectivo desdobramento apresentado na Tabela 3.

Não foi observado efeito ($P>0,05$) das fontes de microminerais sobre o desempenho das aves na fase inicial.

Ao analisar o efeito do fator fonte de microminerais, não se observa influência significativa ($p>0,05$) das mesmas sobre o desempenho das aves nesse período, sendo o desempenho das aves alimentadas com rações que continham a fonte orgânica similar ao das que receberam a fonte inorgânica.

A temperatura ambiente afetou ($P<0,05$) os índices de desempenho avaliados. O consumo de ração e o ganho de peso foram similares ($P>0,05$) no grupo das aves criadas nas câmaras termoneutra e fria, sendo que essas diferiram ($P<0,0001$) daquelas criadas em temperatura quente, as quais apresentaram valores inferiores em ambos os parâmetros. Tais resultados foram relatados anteriormente por OBA (2006), que atribuíram redução da ingestão de alimento e consequente queda de ganho de peso ao fato de que as aves precisam aliviar o estresse causado pelo calor, e esse se eleva quando há ingestão de alimento.

A conversão alimentar das aves submetidas a baixas temperaturas foi pior ($P<0,05$) que a daquelas criadas em temperaturas elevadas, sendo tal resultado explicado pelo fato de que as aves estressadas pelo frio direcionaram boa parte da reserva energética para manutenção da homeostase térmica, com consequente queda da eficiência alimentar. Esse resultado concordou com os obtidos por SILVA (2006),

que relatou melhor conversão para aves criadas em temperaturas elevadas de 1 a 21 dias de idade, quando comparadas com outras submetidas a temperaturas termoneutra e fria. Entretanto, o mesmo autor verificou que nessa fase de criação, aves criadas em temperaturas frias apresentaram maior consumo de ração e pior conversão alimentar quando comparadas com outras criadas em ambiente termoneutro, resultado que discordou dos obtidos no presente estudo, onde não foi verificada diferença ($P>0,05$) para tais variáveis.

Tabela 2. Resultados obtidos para consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade das aves no período de 1 a 21 dias de idade.

Tratamentos	C R (kg)	G P (kg)	C A	Viabilidade (%)
Test. Vs Fatorial				
Testemunha	1,352	0,935	1,415	98,00
Fatorial	1,345	0,893	1,513	97,33
Teste F	0,05 ^{NS}	3,73 ^{NS}	2,21 ^{NS}	0,21 ^{NS}
Pr > F	0,058	0,054	0,104	0,647
Fonte (F)				
Orgânica	1,249	0,860	1,450	98,33
Inorgânica	1,252	0,840	1,492	96,33
Teste F	0,03 ^{NS}	1,00 ^{NS}	1,16 ^{NS}	3,36 ^{NS}
Pr > F	0,868	0,326	0,290	0,077
Temperatura (T)				
Alta	1,060 B	0,763 B	1,386 B	99,50
Termoneutra	1,345 A	0,893 A	1,513 AB	96,50
Baixa	1,348 A	0,894 A	1,515 A	96,00
Teste F	80,67 **	18,98 **	4,97 *	4,01 *
Pr > F	<0,0001	<0,0001	0,014	0,029
F Int. F X T	1,70 ^{NS}	0,10 ^{NS}	0,46 ^{NS}	3,64 *
CV (%)	4,64	6,33	7,17	3,06

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). *($P<0,05$); ** ($P<0,01$) CV= Coeficiente de variação. NS = Não significativo.

Ao avaliar o desdobramento da interação entre fontes e temperaturas para viabilidade das aves no período inicial de criação (Tabela 3), notou-se melhor resultado no grupo criado em temperatura elevada ($P<0,05$) quando comparado com as aves criadas em temperaturas baixas. Quando os animais receberam fonte inorgânica na

ração houve efeito significativo da fonte somente no grupo das aves criadas em temperaturas baixas ($P < 0,05$), sendo que as que receberam os microminerais na forma orgânica apresentaram maior viabilidade.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre fonte de microminerais e temperatura ambiente para viabilidade das aves no período de 1 a 21 dias de idade.

Fonte	Temperatura		
	Alta	Termoneutra	Baixa
Orgânica	99,00	97,00	99,00 A
Inorgânica	100,00 a	96,00 ab	93,00 Bb

Médias seguidas por letras minúsculas (linhas) e maiúsculas (colunas) iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5 %).

Os dados de desempenho (consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e viabilidade) das aves no período de 1 a 35 dias de idade são apresentados na Tabela 4. Houve interação significativa entre temperatura de criação e fontes de microminerais utilizadas para os parâmetros ganho de peso ($P < 0,0001$) e conversão alimentar ($P < 0,05$), cujos desdobramentos são apresentados nas Tabelas 5 e 6, respectivamente.

Neste período o desempenho não foi afetado ($P > 0,05$) pela suplementação de microminerais nas dietas. Em relação ao tipo de fonte utilizada, percebeu-se que o grupo alimentado com ração suplementada com a fonte orgânica apresentou maior ganho de peso ($P < 0,05$), concordando com BOIAGO (2006), que ao utilizar selenito de sódio e selenometionina na ração de frangos da linhagem Cobb, encontrou maior ganho peso no grupo das aves alimentadas com a fonte orgânica (selenometionina). Os demais parâmetros não foram influenciados pelo tipo de micromineral utilizado.

Tabela 4. Resultados obtidos para consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade das aves no período de 1 a 35 dias de idade.

Tratamentos	C R (kg)	G P (kg)	C A	Viabilidade (%)
Test. Vs Fatorial				
Testemunha	3,601	1,980	1,782	93,00
Fatorial	3,520	1,961	1,746	92,00
Teste F	1,88 ^{NS}	0,84 ^{NS}	2,82 ^{NS}	0,01 ^{NS}
Pr > F	0,185	0,378	0,118	0,945
Fonte (F)				
Orgânica	3,319	1,820	1,767	94,66
Inorgânica	3,294	1,758	1,776	91,00
Teste F	0,14 ^{NS}	6,45 *	0,56 ^{NS}	3,09 ^{NS}
Pr > F	0,714	0,016	0,461	0,052
Temperatura (T)				
Alta	2,753 B	1,440	1,759	89,50 B
Termoneutra	3,520 A	1,961	1,746	95,50 A
Baixa	3,640 A	1,967	1,810	93,50 AB
Teste F	66,91 **	209,95 **	10,62 *	3,79 *
Pr > F	<0,0001	<0,0001	0,004	0,035
F Int. F X T	0,11 ^{NS}	3,39 **	4,51 *	1,76 ^{NS}
CV (%)	5,58	3,63	1,86	5,34

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). *(P<0,05); ** (P<0,01) CV= Coeficiente de variação. NS = Não significativo.

A temperatura ambiente influenciou (P<0,0001) o consumo de ração e a viabilidade do lote (P<0,05), sendo ambos menores nas aves estressadas pelo calor. Esse resultado concordou em parte com os observados por LEAL RIBEIRO et al. (2008), que observaram menor consumo de ração ao sumeter frangos de corte ao estresse pelo calor, mas não encontraram efeito sobre a viabilidade do lote, que foi similar à do grupo controle (ambiente termoneutro).

Analisando o desdobramento da interação entre fonte de microminerais e temperatura ambiente para ganho de peso das aves aos 35 dias de idade (Tabela 6), notou-se que as aves criadas sob temperaturas elevadas apresentaram menor ganho de peso em relação às demais (P<0,05), que não diferiram entre si (P>0,05). Porém, nessa câmara climática (quente), as aves que receberam ração contendo os

microminerais na forma orgânica apresentaram melhor resultado para esse parâmetro ($P < 0,05$), diferindo das alimentadas com microminerais inorgânicos.

Tabela 5. Desdobramento da interação entre fonte de microminerais e temperatura ambiente para ganho de peso (GP) das aves no período de 1 a 35 dias de idade.

Fonte	Temperatura		
	Alta	Termoneutra	Baixa
Orgânica	1,510 Ab	1,990 a	1,960 a
Inorgânica	1,370 Bb	1,932 a	1,974 a

Médias seguidas por letras minúsculas (linhas) e maiúsculas (colunas) iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5 %).

Ao analisar o desdobramento da interação entre fonte de micromineral e temperatura ambiente para conversão alimentar (Tabela 6), percebeu-se que baixas temperaturas levaram à piora da conversão alimentar para ambas as fontes utilizadas. Entretanto, quando se utilizou a fonte orgânica, a conversão alimentar das aves estressadas pelo frio foi pior que a daquelas criadas em ambiente termoneutro, enquanto que ao utilizar a fonte convencional (inorgânica), melhor conversão foi observada no grupo criado em temperatura elevada.

Tabela 6. Desdobramento da interação entre fonte de microminerais e temperatura ambiente para conversão alimentar (CA) das aves no período de 1 a 35 dias de idade.

Fonte	Temperatura		
	Alta	Termoneutra	Baixa
Orgânica	1,776 ab	1,719 b	1,806 a
Inorgânica	1,741 b	1,772 ab	1,814 a

Médias seguidas por letras minúsculas (linhas) iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5 %).

Os resultados obtidos para desempenho das aves no período de 1 a 42 dias de idade são apresentados na Tabela 7. Houve interação significativa entre fonte utilizada e temperatura de criação para o parâmetro conversão alimentar, que tem seu desdobramento apresentado na Tabela 8.

Como ocorrido nos dois períodos anteriores (1 a 21 e 1 a 35), não se verificou-se ($P > 0,05$) diferença entre o tratamento controle e o grupo tratado (fatorial).

Em relação à fonte dos microminerais utilizados, percebeu-se que a utilização da fonte alternativa (orgânica) ocasionou melhora no ganho de peso e na viabilidade do

lote, em relação às aves que receberam a fonte comum (inorgânica). NOVELINI et al. (2008) ao testarem duas fontes de selênio (orgânica e inorgânica) para frangos de corte, não observaram diferença ($P>0,05$) no desempenho das aves que receberam os diferentes tratamentos, discordando do presente estudo.

Tabela 7. Resultados obtidos para consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade das aves no período de 1 a 42 dias de idade.

Tratamentos	C R	G P	C A	Viabilidade
	Test. Vs Fatorial			
Testemunha	5,031	2,586	1,919	91,00
Fatorial	4,895	2,564	1,909	92,16
Teste F	2,99 ^{NS}	0,18 ^{NS}	0,38 ^{NS}	0,21 ^{NS}
Pr > F	0,109	0,682	0,550	0,652
	Fonte (F)			
Orgânica	4,616	2,386 A	1,947	94,33 A
Inorgânica	4,632	2,228 B	2,028	90,00 B
Teste F	0,07 ^{NS}	5,94 *	13,37 *	4,99 *
Pr > F	0,798	0,021	0,001	0,033
	Temperatura (T)			
Alta	3,825 C	1,809 B	2,089	89,00 B
Termoneutra	4,895 B	2,564 A	1,909	95,50 A
Baixa	5,152 A	2,639 A	1,963	92,00 AB
Teste F	166,62 **	174,17 **	23,35 **	3,75 *
Pr > F	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,036
F Int. F X T	1,38 ^{NS}	2,54 ^{NS}	6,37 *	1,98 ^{NS}
CV (%)	3,68	4,63	3,05	5,77

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). *($P<0,05$); ** ($P<0,01$) CV= Coeficiente de variação. NS = Não significativo.

Analisando o fator temperatura de criação, observou-se efeito ($p<0,0001$) do mesmo sobre todos os parâmetros avaliados. O consumo de ração decresceu com a elevação da temperatura, já o ganho de peso foi menor ($P<0,05$) somente nas aves criadas na câmara quente, sendo similar ($P>0,05$) nas demais temperaturas de criação. Essa igualdade no ganho de peso mostrou que houve necessidade de utilização de energia para a manutenção da temperatura corporal das aves estressadas pelo frio.

A viabilidade do lote foi menor ($P<0,05$) nas aves estressadas pelo calor, quando comparadas às criadas em ambiente termoneutro, enquanto aquelas criadas em câmara fria não diferenciaram das demais ($P>0,05$).

A Tabela 8 traz o desdobramento da interação entre fonte de micromineral e temperatura ambiente para conversão alimentar (CA) das aves na fase final de criação.

Tabela 8. Desdobramento da interação entre fonte de micromineral e temperatura ambiente para conversão alimentar (CA) das aves no período de 1 a 42 dias de idade.

Fonte	Temperatura		
	Alta	Termoneutra	Baixa
Orgânica	1,995 B	1,885	1,962
Inorgânica	2,184 Aa	1,934 b	1,965 b

Médias seguidas por letras minúsculas (linhas) e maiúsculas (colunas) iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5 %).

Não houve diferença significativa entre as temperaturas de criação quando se analisou as aves que receberam rações que continham as fontes orgânicas de microminerais. Ao analisar o grupo alimentado com a fonte inorgânica, percebeu-se pior conversão alimentar nas aves criadas na câmara quente ($P < 0,05$), em relação àquelas mantidas nas câmaras fria e termoneutra, que não diferenciaram entre si.

Analisando somente as aves criadas na câmara quente, foi encontrada melhor conversão alimentar no grupo alimentado com a fonte orgânica ($P < 0,05$). Nas demais condições térmicas tal comportamento não foi verificado ($P > 0,05$), ou seja, a conversão foi similar nas duas fontes (orgânica e inorgânica).

A Tabela 9 contém os valores médios obtidos para rendimentos de carcaça, peito, pernas, dorso e asas das aves submetidas aos diferentes tratamentos. Não houve interação significativa entre fonte de micromineral e temperatura de criação para nenhum dos parâmetros avaliados.

A suplementação da dieta com os microminerais testados não ocasionou alteração ($P > 0,05$) nos rendimentos avaliados. A fonte de microminerais também não afetou ($P > 0,05$) os rendimentos dos diferentes cortes, ou seja, tanto a utilização da fonte orgânica como da inorgânica levou a rendimentos semelhantes.

OBA (2004) avaliou o efeito da utilização de crômio complexado a levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) e da temperatura de criação sobre o desempenho e características da carcaça de frangos de corte abatidos aos 47 dias de idade. Tal autor verificou maior rendimento de carcaça nas aves criadas em temperaturas elevadas,

resultado que discorda com os obtidos no presente estudo, onde não se verificou efeito da temperatura ($P>0,05$) de criação sobre tal parâmetro.

Entretanto, percebeu-se influência do fator temperatura de criação sobre os rendimentos de peito, pernas e asas, sendo que o rendimento de peito das aves criadas em temperatura elevada foi inferior ($P<0,05$) ao das criadas na câmara que proporcionou temperatura neutra, não diferenciando, porém, daquelas submetidas a baixas temperaturas, que também sofreram estresse.

Em relação ao rendimento de pernas o efeito foi contrário, ou seja, as aves estressadas pelo calor tiveram maior ($P>0,05$) porcentagem de pernas em relação às criadas nas demais temperaturas (termoneutra e baixa), que não diferiram entre si ($P>0,05$). Resultados semelhantes foram encontrados anteriormente por LANA et al. (2000) que ao avaliar o efeito da temperatura de criação (alta e termoneutra) sobre o rendimento de cortes de frangos de corte, encontraram diferença significativa entre os tratamentos para rendimentos de pernas, sendo esse maior no grupo estressado pelo calor.

O rendimento de asas foi maior ($P>0,05$) nas aves criadas em temperaturas elevadas, quando comparadas com aquelas criadas em condições termoneutras, porém, não diferiu das aves criadas em baixas temperaturas, que tiveram rendimentos similares ($P>0,05$) aos das aves criadas em temperaturas que proporcionaram conforto térmico.

Tabela 9. Valores médios obtidos para rendimentos (%) de carcaça, peito, pernas, dorso e asas das aves abatidas aos 42 dias de idade.

Tratamentos	Carcaça	Peito	Pernas	Dorso	Asas
Test. Vs Fatorial					
Testemunha	74,13	35,13	30,06	23,50	10,93
Fatorial	72,54	36,91	30,04	21,85	10,60
Teste F	2,48 ^{NS}	4,10 ^{NS}	0,01 ^{NS}	4,02 ^{NS}	1,50 ^{NS}
Pr > F	0,139	0,063	0,963	0,066	0,242
Fonte (F)					
Orgânica	72,79	35,70	30,56	21,68	10,84
Inorgânica	72,26	35,99	30,64	21,90	10,91
Teste F	0,80 ^{NS}	0,23 ^{NS}	0,03 ^{NS}	0,13 ^{NS}	0,16 ^{NS}
Pr > F	0,378	0,634	0,855	0,723	0,690
Temperatura (T)					
Alta	73,37	34,46 B	31,75 A	21,06	11,27 A
Termoneutra	72,54	36,91 A	30,04 B	21,85	10,60 B
Baixa	71,65	36,16 AB	30,00 B	22,47	10,77 AB
Teste F	2,80 ^{NS}	5,76 *	6,85 *	1,83 ^{NS}	5,26 *
Pr > F	0,077	0,0080	0,003	0,178	0,011
F Int. F X T	1,72 ^{NS}	0,23 ^{NS}	0,42 ^{NS}	0,36 ^{NS}	2,60 ^{NS}
CV (%)	2,23	4,63	3,95	7,52	4,38

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). *(P<0,05); ** (P<0,01) CV= Coeficiente de variação. NS = Não significativo.

Conclusões

Os resultados do presente trabalho permitem concluir que as aves criadas em condições de estresse térmico apresentam desempenho inferior, sendo mais sensíveis ao calor. A utilização de microminerais complexados a moléculas orgânicas proporcionou melhores resultados de desempenho quando as aves foram criadas em ambientes quentes.

Quando criadas em temperatura neutra as aves não necessitaram da suplementação da dieta com os minerais.

Referências

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

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

DAHLKE, F. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes fontes e concentrações de selênio criados sob condições de estresse térmico. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Santos, supl. 7, p. 88, 2005.

LANA, G. R. Q. et. al. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar sobre o desempenho e a composição da carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 1117 -1123, 2008.

LAURENTZ, A. C. **Manejo nutricional das dietas de frangos de corte na tentativa de reduzir a excreção de alguns minerais de importância ambiental**. 2005. 131 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

LEAL RIBEIRO, A. M. et al. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos e sua ação sobre a imunocompetência de frangos de corte submetidos a estresse por calor. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 37, n. 4, pp. 636-644, 2008.

MENDES, A. A. Rendimento e qualidade da carcaça de frangos de corte. In: **Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas**, 2001, Campinas. **Anais...** p. 79 – 99.

MOREIRA, J. et al. Efeito de fonte e concentrações de Selênio na atividade enzimática da glutathiona peroxidase e no desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 645-649, 2001.

NOVELINI, L. Desempenho de frangos de corte aos 42 dias suplementados com selênio orgânico na dieta. In: X Encontro da Pós-graduação - UFPEL. Disponível em: www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CA/CA_01459.pdf

OBA, A. **Utilização de crômio na dieta de frangos de corte criados sob diferentes condições de ambiente**. 2004. 80 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

RIBEIRO, A. M. L. et. al. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos e sua ação sobre a imunocompetência de frangos de corte submetidos a estresse pelo calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 636 -644, 2008.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição dos alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2005, p. 54 -56.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistics. Release 8.02. Cary, 1999.

SILVA, V. K. **Extrato de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) e prebiótico na dieta pré-inicial para frangos de corte criados em diferentes temperaturas**. 2006. 151 f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

CAPÍTULO III – COMPOSIÇÃO E QUALIDADE DA CARNE DO PEITO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES FONTES DE SELÊNIO, ZINCO E MANGANÊS CRIADOS SOB CONDIÇÕES DE ESTRESSE TÉRMICO.

Resumo - Objetivou-se avaliar a composição química e características qualitativas da carne do peito de frangos de corte arraçados com dietas contendo selênio, zinco e manganês complexados ou não a moléculas orgânicas. Foram utilizados 980 pintainhos machos de um dia de idade da linhagem Cobb, que foram criados durante 42 dias em três câmaras climáticas, que proporcionaram temperaturas alta, termoneutra e baixa. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial $3 \times 2 + 1$, sendo três temperaturas de criação, duas fontes de selênio, zinco e manganês: inorgânica e “orgânica”, mais o tratamento testemunha (criação em câmara termoneutra sem adição de Se, Zn e Mn na ração). Pelos resultados encontrados no presente estudo pode-se concluir que a composição nutricional da carne do peito do frango foi influenciada pela baixa temperatura de criação, que proporcionou maior porcentagem de extrato etéreo, enquanto que o selênio foi o micromineral que apresentou maior deposição na carne. Quanto a qualidade concluiu-se que a utilização dos microminerais em conjunto com temperatura neutra ocasionou melhora desse parâmetro.

Palavras – chave: Composição química, Microminerais “orgânicos”, TBARS

Introdução

A qualidade da carne da aves é hoje bastante estudada, principalmente no que diz respeito às consequências indesejadas causadas pelo estresse térmico pré abate. Existem relatos de que ondas de calor durante a fase de criação ocasionam queda de qualidade da carne de aves, ilustrada através das chamadas carne PSE (pálida, macia e exsudativa) e DFD (escura, firme e seca), que são síndromes causadas por fatores estressantes. O estresse térmico ocasiona elevação da peroxidação lipídica no sangue e no fígado, além de ser responsável pela queda de concentração de vitaminas que atuam como antioxidantes no sangue e nos tecidos (SAHIN & KUCUK, 2003a).

Os chamados minerais "orgânicos" 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).

Os microminerais, entre eles o selênio, possui diversas funções no organismo animal, sendo umas delas atuar na síntese da enzima Glutathione Peroxidase, que atua na proteção do organismo contra a formação de radicais livres. BOIAGO (2006) encontrou após armazenamento por 15 dias, menor taxa de oxidação lipídica (TBARS) da carne do peito de frangos de corte alimentados com ração que continha selenomethionina ao invés de selenito de sódio como fonte de selênio, além de maior concentração desse mineral no músculo quando se utilizou a fonte "orgânica".

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a composição química e a qualidade da carne do peito de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes fontes de selênio, zinco e manganês e criados em diferentes condições ambientes.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no aviário experimental do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias / Unesp, Câmpus de Jaboticabal – SP.

Foram utilizados 980 pintainhos machos de um dia de idade da linhagem Cobb, que foram criados durante um período de 42 dias, divididos em 3 fases: inicial (1-21 dias), crescimento (22-35 dias) e acabamento (36 – 42 dias).

As aves foram criadas em três câmaras climáticas, equipadas com sistemas de aquecimento e refrigeração, que proporcionaram as diferentes temperaturas (Quadro 1) de acordo com as fases de criação. Foram distribuídas 20 aves por boxe, com base no peso médio do lote.

Quadro 1. Temperaturas utilizadas durante a criação das aves.

Idade das Aves (dias)	Temperatura (° C)		
	Alta	Termoneutra	Baixa
1 - 3	35 ±2	35 ±2	35 ±2
4 - 7	35 ±2	30 ±2	25 ±2
8 - 14	34 ±2	27 ±2	20 ±2
15 - 21	33 ±2	26 ±2	18 ±2
22 - 42	32 ±2	26 ±2	18 ±2

Foram realizadas quatro vacinações (via água), de acordo com a rotina do aviário, sendo duas contra a Doença de Gumboro (cepa fraca e intermediária, com 7 e 19 dias, respectivamente) e New Castle (cepa fraca e intermediária, com 7 e 19 dias, respectivamente).

Água e ração foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

As aves foram abatidas no abatedouro experimental, localizado no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da FCAV – Unesp, Campus de Jaboticabal. Foi realizado jejum alimentar de 6 horas e descanso pré abate de 2 horas. Antes de

serem sangradas, as aves foram insensibilizadas eletricamente, por meio de corrente em solução salina.

As análises laboratoriais foram realizadas no laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia da FCAV –Unesp, Campus de Jaboticabal.

Rações experimentais e tratamentos

As rações experimentais (Tabela 1) foram preparadas em um misturador horizontal com capacidade de 75 a 500 kg. As formulações basearam-se nas exigências apresentadas nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et. al. 2005). As fontes inorgânicas utilizadas foram selenito de sódio, sulfato de zinco e sulfato de manganês, enquanto as “orgânicas” foram Sel-Plex[®] (Mín. 1.000 mg de Se/kg do produto), Bioplex[®] Zinco (Mín. 150.000 mg de Zn/kg do produto) e Bioplex[®] Manganês (Mín. 150.000 mg de Mn/kg do produto), da empresa Alltech Agroindustrial do Brasil Ltda.

Os níveis de inclusão dos microminerais nas rações foram 0,3; 60 e 65 mg de selênio, zinco e manganês por quilo de ração, respectivamente. A pré-mistura utilizada não continha as fontes dos minerais em questão, sendo as mesmas adicionadas separadamente. Assim, o tratamento controle forneceu apenas as concentrações dos minerais contidas no milho e no farelo de soja.

Tabela 1. Composições percentuais e calculadas das rações experimentais.

Ingredientes (%)	Fase de Criação		
	Inicial (1 – 21 dias)	Crescimento (22 – 35 dias)	Acabamento (36-42 dias)
Milho	57,20	63,89	65,04
Farelo de soja	36,94	30,26	27,86
Óleo de soja	1,81	2,47	3,87
Fosfato bicálcico	1,83	1,63	1,38
Calcáreo calcítico	1,3	0,85	0,95
Cloreto de sódio	0,3	0,3	0,3
Pré mistura vit. Min.*	0,5	0,5	0,5
Metionina (98%)	0,12	0,10	0,10
Total	100	100	100
Composição Calculada			
Proteína bruta, %	21,5	19,00	18
Energia Metab., kcal/kg	3000	3121	3225
Fósforo disponível, %	0,45	0,40	0,35
Cálcio, %	0,95	0,84	0,80
Metionina + cistina, %	0,85	0,78	0,75
Metionina, %	0,50	0,46	0,45
Lisina, %	1,20	1,06	1,00

* **Composição do produto (kg)** – **Inicial:** vit. A 7.000.000 UI, vit. D3 4.000.000 UI, vit. E 5000 mg, vit. K 1200 mg, vit. B1 360 mg, vit. B2 2000 mg, vit. B6 700 mg, vit. B12 7000mcg, niacina 7500 mg, biotina 30 mg, ácido pantotênico 6000 mg, ácido fólico 300 mg, colina 200 mg, ferro 1 1000 mg, cobre 3000 mg, iodo 204 mg, cloro 360 mg, promot. cresc. e efic. alimentar 20mg, coccidiostático 100 g, antifúngico 2000 mg, antioxidante 10 mg, magnésio 50 g, enxofre 40 g, veículo energético e protéico (q. s. p.) 1.000g. **Crescimento:** vit. A 1.500.000 UI, vit. D3 3.500.000 UI, vit. E 4800 mg, vit. K 1100 mg, vit. B1 340 mg, vit. B2 1700 mg, vit. B6 700 mg, vit. B12 6500mcg, niacina 7000 mg, biotina 30 mg, ácido pantotênico 5000 mg, ácido fólico 250 mg, colina 120 mg, ferro 11.000 mg, cobre 3000 mg, iodo 240 mg, cloro 360 mg, promot. cresc. e efic. alimentar 20mg, coccidiostático 100 g, antifúngico 2000 mg, antioxidante 10 mg, magnésio 50 g, enxofre 30 g, veículo energético e protéico (q. s. p.) 1.000g. **Acabamento:** vit. A 1.500.000 UI, vit. D3 3.500.000 UI, vit. E 4500 mg, vit. K 1000 mg, vit. B1 300 mg, vit. B2 1600 mg, vit. B6 700 mg, vit. B12 6500mcg, niacina 7000 mg, biotina 30 mg, ácido pantotênico 5000 mg, ácido fólico 250 mg, colina 120 mg, ferro 1 .1000 mg, cobre 3000 mg, iodo 240 mg, cloro 360 mg, antifúngico 2000 mg, antioxidante 10 mg, magnésio 50 g, enxofre 30 g, veículo energético e protéico (q. s. p.) 1.000g.

Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 X 2 + 1, sendo três temperaturas de criação: alta, termoneutra e baixa, duas fontes de

selênio, zinco e manganês: inorgânica e “orgânica”, mais o tratamento testemunha (criação em câmara termoneutra sem adição de Se, Zn e Mn na ração). Foram utilizadas 7 repetições com 20 aves por parcela experimental. Para comparação das médias obtidas para substâncias reativas ao ácido Thiobarbitúrico (TBARS) realizou-se análise de parcelas subdivididas. Após verificação da Homogeneidade da variância pelo teste de Bartlett as médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o GLM Procedure do sistema operacional SAS (1999).

Parâmetros avaliados:

Para as análises laboratoriais foram separadas, no final do experimento, objetivando representar o peso médio do lote, 2 aves por parcela, totalizando 14 aves por tratamento. As aves foram submetidas ao jejum pré abate de 8 horas, sendo o abate realizado no abatedouro experimental do Setor de Avicultura da FCAV. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal, do Departamento de Tecnologia da FCAV - Unesp. Foram realizadas as seguintes análises:

Umidade, cinzas e proteína: Foram realizados segundo AOAC (1995).

Lipídios totais: Foi realizada extração através do aparelho Soxhlet.

Concentração de Se, Zn e Mn na carne: Foram determinados por meio de solubilização da amostra liofilizada com solução nítrico-perclórica e leitura em espectrofotômetro de absorção atômica com chama de ar-acetileno (zinco e manganês) e gerador de hidretos (Selênio) (VIDAL, 1984).

pH: O pH foi determinado em triplicata, através de utilização do pHmetro da marca Texto, com inserção direta do eletrodo no músculo do peito (*Pectorales major*), após estabilização do *rigor mortis* (4 horas).

Coloração: A cor da carne do peito foi determinada através do aparelho Minolta Chrome Meter. Foram obtidos os parâmetros L^* (luminosidade), a^* (intensidade de vermelho) e b^* (intensidade de amarelo). As análises foram realizadas no momento da desossa, após estabilização do *rigor mortis*.

Capacidade de retenção de água: Foi determinada através da metodologia descrita por HAMN (1960), em aproximadamente 2,0g de amostra de cada peito desossado. Essas amostras foram colocadas entre dois papéis de filtro e placas de acrílico, onde receberam uma pressão exercida por um peso de 10,0 Kg durante 5 minutos. Em seguida, foram pesadas novamente para determinação da capacidade de retenção de água (CRA), expressa em porcentagem.

Perdas por cozimento: Foi determinado em amostras de cada peito desossadas. Estas amostras apresentaram um tamanho pré-determinado e foram pesadas, embaladas em sacos plásticos e levadas a banho maria (85° C) por 30 minutos. Em seguida, foram retiradas dos sacos plásticos para a eliminação da água e pesadas ao atingirem temperatura ambiente, determinando assim sua porcentagem de perdas durante o cozimento (HONIKEL, 1967).

Força de cisalhamento: As amostras de carne de peito cozidas, utilizadas nesta avaliação foram as mesmas utilizadas na determinação das perdas por cozimento. Após atingirem a temperatura ambiente, foram cortadas em tiras de, aproximadamente, 1,5 cm de largura, sendo colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular à lâmina do aparelho Texture Analyser TA-XT2i, acoplado ao dispositivo Warner-Bratzler, o qual promoveu a força necessária para cisalhar a amostra, em kgf/cm^2 (LYON et al., 1998).

TBA: A medida da oxidação da carne foi realizada através do método descrito por PIKUL et al., (1989). As amostras foram embaladas a vácuo e armazenadas por 1 e 7 dias em geladeira (4°C) e 30 dias sob congelamento (-20°C).

Perdas por gotejamento: As amostras que foram utilizadas para a análise de TBA foram pesadas, embaladas a vácuo e, no momento do descongelamento (30 dias) o líquido exsudado foi medido com o auxílio de uma proveta, obtendo assim o volume perdido durante o armazenamento (HONIKEL, 1988).

Atividade de Água (a_w): Foi medida nas amostras que foram utilizadas na análise de TBARS, após 30 dias armazenamento a - 20 °C. Foi mensurada com o auxílio do analisador de atividade de água “Aqualab” (Decagon Devices Inc.), que utiliza o princípio do ponto de orvalho, metodologia aprovada pela A.O.A.C.

Resultados e Discussão

Os valores obtidos para umidade, proteína bruta, cinzas e extrato etéreo na matéria natural da carne do peito das aves que foram submetidas aos tratamentos se encontram na Tabela 2. Não houve interação significativa entre os fatores fonte de microminerais e temperatura de criação em nenhum dos parâmetros analisados. Tais parâmetros também não sofreram alteração ($P>0,05$) quando suplementou-se a dieta com selênio, zinco e manganês.

Houve influência ($P<0,05$) do fator temperatura de criação sobre a concentração lipídica das amostras analisadas, sendo que as aves criadas em ambiente frio apresentaram maior porcentagem de extrato etéreo na carne do peito. Tal resultado pode ser explicado pela necessidade das aves, na tentativa da manutenção da homeostase térmica, armazenarem energia na forma de gordura, sendo esta encontrada na forma de gordura abdominal e entremeada. Nenhum dos demais parâmetros analisados foram influenciados ($P>0,05$) pelos fatores fonte de microminerais e temperatura e criação.

Tabela 2. Valores obtidos para umidade (%), proteína bruta (%), cinzas (%) e extrato etéreo (%) na matéria natural da carne do peito das aves.

Tratamentos	Umidade	PB	Cinzas	EE
	Test. Vs Fatorial			
Testemunha	72,70	24,30	1,23	1,56
Fatorial	72,65	25,07	1,36	1,63
Teste F	0,01 ^{NS}	1,97 ^{NS}	1,34 ^{NS}	0,13 ^{NS}
Pr > F	0,936	0,706	0,256	0,720
	Fonte (F)			
Orgânica	72,39	25,06	1,38	1,80
Inorgânica	72,90	25,08	1,34	1,82
Teste F	0,86 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,21 ^{NS}	0,02 ^{NS}
Pr > F	0,362	0,964	0,647	0,880
	Temperatura (T)			
Alta	72,38	24,86	1,27	1,72 B
Termoneutra	72,69	25,28	1,42	1,63 B
Baixa	72,87	25,07	1,38	2,08 A
Teste F	0,26 ^{NS}	0,35 ^{NS}	1,10 ^{NS}	6,49 *
Pr > F	0,773	0,706	0,346	0,004
F Int. F X T	1,25 ^{NS}	0,39 ^{NS}	2,12 ^{NS}	2,41 ^{NS}
CV (%)	2,10	4,56	16,91	16,66

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). *(P<0,05); ** (P<0,01) CV= Coeficiente de variação. NS = Não significativo.

Os valores encontrados para concentração de selênio, zinco e manganês nas amostras da carne das aves que foram submetidas aos tratamentos são apresentados na Tabela 3. Houve interação significativa entre os fatores fonte de microminerais e temperatura de criação para concentração de selênio na carne das aves, que tem seu desdobramento apresentado na Tabela 4.

A suplementação da dieta com os microminerais ocasionou aumento (P<0,0001) da concentração de selênio na carne das aves, entretanto, a concentração de zinco e manganês não foi alterada (P>0,05) com a suplementação. Tais resultados evidenciam diferenças no modo de absorção dos microminerais em questão, que, segundo MAIORKA & MACARI (2002), possuem diferentes locais e maneiras de absorção no trato digestório.

Foi observado efeito significativo do fator fonte de microminerais sobre a concentração dos mesmos na carne, sendo maiores as concentrações de selênio

($P < 0,0001$) e manganês ($P < 0,05$) quando se utilizou a fonte orgânica. BOIAGO (2006), ao utilizar diferentes concentrações e fontes de selênio na alimentação de frangos de corte encontrou maior deposição do mesmo na carne do peito das aves quando se utilizou a fonte orgânica, independente da concentração utilizada (0,3 ou 0,5 mg/kg), resultado que condiz com os encontrados nesse estudo.

A maior concentração desses microminerais na carne mostra que esses são absorvidos junto com o aminoácido ao qual estão ligados, entretanto, estudos devem ser conduzidos objetivando investigar se o fato desses minerais serem carreados para o músculo não compromete a utilização desses em outros processos metabólicos do organismo, devido ao não direcionamento adequado desses para as demais funções vitais. A concentração de zinco nas amostras não foi influenciada pela fonte utilizada.

A temperatura de criação das aves influenciou ($P < 0,05$) a concentração dos microminerais zinco e manganês na carne do peito, sendo que maiores concentrações foram encontradas nas amostras dos animais criados em ambiente frio, decaindo com a elevação da temperatura. Esse resultado se explica pelo fato das aves, quando em ambientes quentes, aumentarem a ingestão de água na tentativa de elevar a perda de calor sensível, assim, a excreção aumenta, fazendo com a absorção de minerais diminua, devido à maior taxa de passagem da dieta.

Tabela 3. Valores obtidos para concentração de selênio, zinco e manganês nas amostras liofilizadas carne do peito das aves submetidas aos tratamentos.

Tratamentos	Selênio (ug/kg)	Zinco (mg/kg)	Manganês (ug/kg)
	Test. Vs Fatorial		
Testemunha	77,03 B	18,39	374,22
Fatorial	176,00 A	18,43	377,80
Teste F	285,85 **	0,01 ^{NS}	0,11 ^{NS}
Pr > F	< 0,0001	0,966	0,742
	Fonte (F)		
Orgânica	280,25	18,73	389,58 A
Inorgânica	71,75	18,13	366,03 B
Teste F	2219 **	0,78 ^{NS}	8,35 *
Pr > F	< 0,0001	0,386	0,008
	Temperatura (T)		
Alta	150,83	17,11 B	287,86 C
Termoneutra	192,61	18,69 AB	367,02 B
Baixa	184,55	19,50 A	478,54 A
Teste F	33,45 *	4,27 *	184,14 **
Pr > F	< 0,0001	0,025	< 0,0001
F Int. F X T	24,83 **	0,26 ^{NS}	2,61 ^{NS}
CV (%)	7,48	10,09	5,91

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). *(P<0,05); ** (P<0,01) CV= Coeficiente de variação. NS = Não significativo.

O desdobramento da interação entre fonte de microminerais e temperatura de criação para concentração de selênio nas amostras da carne das aves se encontra na Tabela 4. Independente da temperatura de criação, a concentração de selênio nas amostras foi maior (P<0,0001) quando se utilizou a fonte orgânica, mostrando maior biodisponibilidade desse mineral quando presente na molécula da methionina. Esse resultado pode ser explicado pela maneira diferenciada de absorção do selênio quando na forma orgânica, que se dá de aforma ativa, sendo absorvido com a molécula de methionina (MAIORKA & MACARI, 2002).

Houve efeito do fator temperatura de criação somente quando utilizou-se a fonte orgânica, sendo menor concentração (P<0,05) de selênio obtida nas amostras das aves criadas na câmara que proporcionou temperatura alta, as demais temperaturas de criação não diferenciaram entre si (P>0,05).

Tabela 4. Desdobramento da interação entre fonte de microminerais e temperatura de criação para concentração de selênio na carne das aves abatidas aos 42 dias de idade.

Fonte	Temperatura		
	Alta	Termoneutra	Baixa
Orgânica	233,29 Ab	310,70 Aa	296,74 Aa
Inorgânica	68,37 B	74,51 B	72,37 B

Médias seguidas por letras minúsculas (linhas) e maiúsculas (colunas) iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5 %).

Os resultados obtidos capacidade de retenção de água, perdas por cocção, pH, força de cisalhamento e perdas por gotejamento das amostras da carne do peito das aves são apresentados na Tabela 5. Houve interação significativa para perdas por gotejamento entre temperatura de criação e fontes de microminerais utilizadas, sendo o respectivo desdobramento apresentado na Tabela 6.

Tabela 5. Valores obtidos para capacidade de retenção de água (CRA), perdas por cocção (PPC), pH, força de cisalhamento (FC) e perdas por gotejamento (PPG) das amostras da carne do peito das aves.

Tratamentos	CRA (%)	PPC (%)	pH	FC (kgf/cm ²)	PPG (%)
	Test. Vs Fatorial				
Testemunha	70,01	31,55	5,58 B	0,922	3,22 A
Fatorial	69,61	29,89	5,72 A	0,993	1,86 B
Teste F	0,03 ^{NS}	1,27 ^{NS}	6,85 *	0,49 ^{NS}	13,59 *
Pr > F	0,874	0,293	0,021	0,495	0,002
	Fonte (F)				
Orgânica	69,37	30,41	5,72	1,248 B	2,19
Inorgânica	69,18	30,41	5,77	1,473 A	2,09
Teste F	0,02 ^{NS}	0,01 ^{NS}	1,44 ^{NS}	6,27 *	0,45 ^{NS}
Pr > F	0,896	0,999	0,239	0,018	0,506
	Temperatura (T)				
Alta	31,45	31,45	5,78	1,048 B	2,76
Termoneutra	29,89	29,89	5,72	0,993 B	1,86
Baixa	29,88	29,88	5,78	2,041 A	1,80
Teste F	0,12 ^{NS}	1,67 ^{NS}	0,70 ^{NS}	57,43 **	15,59 **
Pr > F	0,887	0,205	0,504	< 0,0001	< 0,0001
F Int. F X T	0,46 ^{NS}	2,31 ^{NS}	0,77 ^{NS}	0,89 ^{NS}	18,31 **
CV (%)	5,63	7,24	1,93	18,95	18,68

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). *(P<0,05); ** (P<0,01) CV= Coeficiente de variação. NS = Não significativo.

Observou-se efeito significativo dos fatores fonte de micromineral e temperatura de criação sobre a força de cisalhamento das mostras ($P<0,05$). Quando se utilizou a fonte "orgânica" a força de cisalhamento foi significativamente menor do que quando se utilizou a fonte inorgânica. Já quando se avaliou o efeito do fator temperatura notou-se menor maciez nas amostras da carne das aves criadas em temperaturas baixas, que apresentaram valores duas vezes maiores que os encontrados nas demais temperaturas de criação ($P<0,05$), que não diferiram entre si. OBA (2004) não encontrou diferença significativa para força de cisalhamento entre amostras da carne do peito de aves criadas em temperaturas elevadas, termoneutras e baixas, resultado que discorda dos encontrados no presente estudo.

A suplementação da dieta com selênio, zinco e manganês influenciou o pH e a porcentagem de perdas por gotejamento das amostras, sendo que as amostras da carne das aves do grupo tratado apresentaram pH superior ($P<0,05$) ao do grupo controle, que não recebeu suplementação dos microminerais. Já o parâmetro perdas por gotejamento foi menor ($P>0,05$) na carne das aves que receberam a suplementação, reforçando a hipótese da importância dos microminerais, principalmente o selênio, na preservação da integridade da parede celular e na prevenção da oxidação lipídica, diminuindo assim a porcentagem de líquido exsudado. Os demais parâmetros qualitativos não foram influenciados pela suplementação da dieta com os microminerais.

O desdobramento da interação entre fonte de microminerais e temperatura de criação para perdas por gotejamento das amostras da carne das aves após armazenamento são apresentados na Tabela 6.

Nota-se efeito da temperatura ($P<0,05$) de criação somente quando se utilizou a fonte inorgânica, sendo que maiores valores de perdas por gotejamento foram encontrados nas amostras das carnes das aves criadas em temperaturas elevadas, não diferenciando das demais temperaturas ($P>0,05$).

O fator fonte de micromineral foi significativo somente nas amostras das aves criadas nas temperaturas alta e termoneutra, onde as fontes orgânica e inorgânica

proporcionaram menores ($P < 0,05$) perdas por gotejamento nas temperaturas alta e termoneutra, respectivamente.

Tabela 6. Desdobramento da interação entre fonte e temperatura para perdas por gotejamento da carne das aves após armazenamento por 30 dias a -20°C .

Fonte	Temperatura		
	Alta	Termoneutra	Baixa
Orgânica	2,28 B	2,54 A	1,77
Inorgânica	3,24 Aa	1,19 Bb	1,83 b

Médias seguidas por letras minúsculas (linhas) e maiúsculas (colunas) iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5 %).

Os resultados obtidos luminosidade, teor de vermelho, teor de amarelo e atividade de água das amostras da carne do peito das aves estão apresentados na Tabela 7. Não houve interação significativa entre temperatura de criação e fontes de microminerais utilizados para nenhum dos parâmetros avaliados. A suplementação da dieta com os microminerais influenciou ($P < 0,05$) as intensidades de vermelho e amarelo das amostras, onde as amostras das aves que receberam dietas suplementadas se mostraram menos vermelhas ($P < 0,05$) e mais amareladas ($P < 0,05$). Os parâmetros luminosidade e atividade de água não foram influenciados pela suplementação da dieta com os minerais. Das fontes de microminerais utilizadas, a inorgânica ocasionou maior ($P > 0,05$) intensidade de vermelho nas amostras analisadas, os demais parâmetros não foram influenciados ($P > 0,05$) por esse fator.

A temperatura de criação não afetou ($P > 0,05$) os parâmetros em questão, com exceção da intensidade de vermelho, que foi menor nas amostras da carne das aves criadas em altas temperaturas. BABJI (1982), ao analisarem a coloração da carne de Perus estressados pelo calor encontraram maiores valores para luminosidade e intensidade de amarelo nessas aves, o que não se verificou no presente estudo. Entretanto, esses mesmos autores verificaram queda da intensidade de vermelho na carne das aves estressadas (atribuída a desnaturação da mioglobina causada pelo estresse pré abate), concordando com os resultados aqui encontrados.

Tabela 7. Valores obtidos para luminosidade (L*), teor de vermelho (a*), teor de amarelo (b*) e atividade de água (AA) das amostras da carne do peito das aves.

Tratamentos	L*	a*	b*	AA
	Test. Vs Fatorial			
Testemunha	54,17	3,28 A	3,12 B	1,0029
Fatorial	53,60	2,36 B	4,64 A	1,0015
Teste F	0,13 ^{NS}	5,52 *	7,45 *	0,37 ^{NS}
Pr > F	0,7262	0,035	0,017	0,548
	Fonte (F)			
Orgânica	53,77	2,10 B	3,79	1,0019
Inorgânica	53,52	2,81 A	3,97	1,0012
Teste F	0,05 ^{NS}	9,29 *	0,31 ^{NS}	0,20 ^{NS}
Pr > F	0,822	0,005	0,581	0,662
	Temperatura (T)			
Alta	55,22	2,31	2,83 B	1,0017
Termoneutra	53,60	2,36	4,64 A	0,9995
Baixa	52,11	2,70	4,17 A	1,0034
Teste F	2,52 ^{NS}	1,12 ^{NS}	10,92 *	1,85 ^{NS}
Pr > F	0,098	0,341	0,0003	0,176
F Int. F X T	0,93 ^{NS}	0,48 ^{NS}	3,17 ^{NS}	0,03 ^{NS}
CV (%)	5,76	24,76	23,72	0,45

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). *(P<0,05); ** (P<0,01) CV= Coeficiente de variação. NS = Não significativo.

Os valores obtidos para substâncias reativas ao ácido Thiobarbitúrico (TBARS) das amostras da carne do peito das aves após armazenamento por zero, sete (4°C) e trinta dias (-20°C) estão apresentados na Tabela 8. Houve interação entre os fatores fonte de microminerais e temperatura de criação (P<0,0001) e entre os fatores temperatura de criação e período de armazenamento (P<0,05), que têm desdobramentos apresentados nas Tabelas 9 e 10, respectivamente. A suplementação da dieta com os microminerais não ocasionou queda da oxidação lipídica das amostras (P>0,05).

Tabela 8. Valores obtidos para substâncias reativas ao ácido Thiobarbitúrico (TBARS) das amostras da carne do peito das aves após armazenamento por zero, sete e trinta dias.

Tratamentos	TBARS (mg TMP/kg amostra)
	Test. Vs Fatorial
Testemunha	1,28
Fatorial	1,28
Teste F	0,01 ^{NS}
Pr > F	0,941
	Período de Armazenamento (PA)
0	0,43
7	2,90
30	0,50
Teste F	1063 **
Pr > F	< 0,0001
	Fonte (F)
Orgânica	1,29
Inorgânica	1,27
Teste F	0,58 ^{NS}
Pr > F	0,448
	Temperatura (T)
Alta	1,41
Termoneutra	1,10
Baixa	1,32
Teste F	22,91 **
Pr > F	< 0,0001
F Int. F X T	14,19 **
F Int. F X P	1,61 ^{NS}
F Int. T X P	6,47 *
F Int. F X T X P	7,32 **
CV (%)	14,09

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). *(P<0,05); ** (P<0,01) CV= Coeficiente de variação. NS = Não significativo.

Ao analisar o desdobramento da interação entre fonte de microminerais e temperatura de criação para TBARS da carne das aves após armazenamento (Tabela 9), verificou-se efeito do fator temperatura de criação somente quando se utilizou a fonte inorgânica (P<0,05), sendo que em condições de neutralidade térmica das aves a oxidação lipídica da carne dessas foi menor, quando comparada com as demais.

Em relação à fonte de micromineral utilizada, verificou-se que, quando criadas em temperaturas neutras, a fonte orgânica ocasionou maior oxidação lipídica ($P < 0,05$). Já em baixas temperaturas o efeito foi inverso, ou seja, a fonte orgânica diminuiu ($P < 0,05$) a taxa de oxidação, quando comparada com a fonte inorgânica. Em temperaturas elevadas de criação não observou-se efeito das fontes de microminerais utilizadas ($P > 0,05$). Esses resultados levam a novas hipótese, pois, segundo CHOCT & NAYLOR (2004) o selênio possui poder antioxidante, sendo esse potencializado quando na forma orgânica, devido à sua maior biodisponibilidade.

Tabela 9. Desdobramento da interação entre fonte de microminerais e temperatura de criação para TBARS da carne das aves após armazenamento.

Fonte	Temperatura		
	Alta	Termoneutra	Baixa
Orgânica	1,41	1,25 A	1,23 B
Inorgânica	1,41 a	0,96 Bb	1,43 Aa

Médias seguidas por letras minúsculas (linhas) e maiúsculas (colunas) iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5 %).

O desdobramento da interação entre temperatura de criação e período de armazenamento para TBARS da carne das aves após armazenamento por zero, sete (4°C) e 30 (-20°C) dias são apresentados na Tabela 10.

Houve efeito ($P < 0,05$) do período de armazenamento sobre a taxa de oxidação lipídica (TBARS) das amostras, sendo que em todas as temperaturas de criação a oxidação foi maior no sétimo de armazenamento ($P < 0,05$), sendo que os demais períodos não diferiram entre si, fato que comprova a eficiência do congelamento na conservação da carne de aves.

Foi observado efeito do fator temperatura de criação sobre os valores de TBARS da amostras da carne aos dias 0 e 7 de armazenamento, sendo que aos 30 dias a temperatura de criação não influenciou esse parâmetro. Notou-se que a carne das aves criadas em temperatura neutra apresentou menor oxidação lipídica quando comparada com as demais ($P < 0,05$) aos 7 dias de armazenamento, já no dia zero tal diferença existiu somente ao comparar tais amostras com as das aves criadas em temperaturas

elevadas, não diferindo portanto das que foram criadas em temperaturas baixas ($P>0,05$).

Tabela 10. Desdobramento da interação entre temperatura de criação e período de armazenamento para TBARS da carne das aves após armazenamento.

Temperatura	Período de Armazenamento		
	Zero	7 (4°C)	30 (-20°C)
Alta	0,62 Ab	3,04 Aa	0,57 b
Termoneutra	0,33 Bb	2,51 Ba	0,47 b
Baixa	0,42 ABb	3,04 Aa	0,51 b

Médias seguidas por letras minúsculas (linhas) e maiúsculas (colunas) iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5 %).

Conclusões

Pelos resultados encontrados no presente estudo pode-se concluir que a composição nutricional da carne do peito do frango foi influenciada pela baixa temperatura de criação, que proporcionou maior porcentagem de extrato etéreo, enquanto que o selênio foi o micromineral que apresentou maior deposição na carne.

Quanto a qualidade conclui-se que a utilização dos microminerais em conjunto com temperatura neutra ocasionou melhora nesse parâmetro.

Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. AOAC. **Official methods of analysis**. 16. ed. Arlington, 1995. 1094 p.

BABJI, A. S.; FRONING, G. W.; NGOKA, D. A. The effect of preslaughter environmental temperature in the presence of electrolyte treatment on Turkey meat quality. **Poultry Science**. v. 61, p. 2385 - 2389, 1982.

BOIAGO, M. M. **Características produtivas e qualitativas da carne de frangos alimentados com diferentes concentrações e fontes de selênio**. 2006. 60 f.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias, Jaboticabal, 2006.

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

CLOSE, W. H. The role of trace mineral proteiates in pig nutrition. In: Biotechnology in the food industry, In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 14., 1998, Nottingham. **Proceedings...** p. 469-376.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydratation. **Advances in Food Research**. Cleveland, v. 10, n. 2, p. 335-443, 1960.

HONIKEL, K.O. The water binding of meat. *Fleischwirtsch* , v.67, n.2, p.1098-1102, 1987.

HONIKEL, K.O. Capacidad de fijación de agua de la carne. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, n. 1, p. 12, 1988.

LYON, C. E.; LYON, B. G.; DICKENS, J. A. Effects of carcass stimulation, deboning time, and marination on color and texture of broiler breast meat. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 7, n. 1, p. 53-60, 1998.

MAIOKA, A.; MACARI, M. Absorção de minerais: In: MACARI, M., FURLAN, R. L., GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p. 167 - 173, 2002.

OBA, A. **Utilização de crômio na dieta de frangos de corte criados sob diferentes condições de ambiente.** 2004. 80 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

PIKUL, J.; LESZCZYNSKI, D. E.; KUMMEROW, F. A. Evaluation of tree modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 37, p. 1309-1313, 1989.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos:** composição dos alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2005, p. 54 -56.

SAHIN, K.; KUCUK, O. Heat stress and dietary vitamin supplementation of poultry diets. **Livestock Feeds Feeding**, v. 73, p. 41, 2003.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide:** statistics. Release 8.02. Cary, 1999.

VIDAL, M.F.C. **Determinação de selênio em material biológico por espectrofotometria de absorção atômica no forno de grafite e por geração de vapor.** 1984. Dissertação (Mestrado em química), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

CAPÍTULO IV – DESENVOLVIMENTO ÓSSEO E EMPENAMENTO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES FONTES DE SELÊNIO, ZINCO E MANGANÊS CRIADOS SOB DIFERENTES TEMPERATURAS.

Resumo - O presente trabalho teve como objetivo avaliar características ósseas e porcentagem de penas de frangos de corte arraçoados com dietas contendo selênio, zinco e manganês complexados ou não a moléculas orgânicas. Foram utilizados 980 pintainhos machos de um dia de idade da linhagem Cobb, que foram criados durante um período de 42 dias em três câmaras climáticas, que proporcionaram temperaturas quente, termoneutra e fria. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial $3 \times 2 + 1$, sendo três temperaturas de criação, duas fontes de selênio, zinco e manganês: inorgânica e “orgânica”, mais o tratamento testemunha (criação em câmara termoneutra sem adição de Se, Zn e Mn na ração). A suplementação da dieta com selênio, zinco e manganês não alterou os parâmetros ósseos analisados. Melhor valor para densidade óssea foi encontrado quando se utilizou as fontes orgânica e inorgânica em temperaturas elevadas e baixas, respectivamente. A criação das aves em temperaturas altas levou a menores valores de densidade óssea e resistência à quebra. O empenamento das aves não foi influenciado pelos fatores testados.

Palavras – chave: Estresse térmico, índice Seedor, microminerais “orgânicos”, porcentagem de penas, resistência óssea

Introdução

O frango de corte apresenta uma das maiores taxas de crescimento ósseo, sendo extremamente sensível a manipulações nutricionais e mecânicas durante o processo de crescimento ósseo. Entre os fatores que influenciam tal processo destacam-se os endógenos (hormonais) e exógenos (nutricionais e estressantes), BRUNO (2002).

Embora a redução do empenamento possa facilitar a dissipação de calor em frangos criados em ambiente quente, uma boa cobertura de pele é necessária para a manutenção da integridade da carcaça (MENDES, 2001). Alterações no empenamento são freqüentemente observadas em aves alimentadas com dietas deficientes em Selênio, devido à sua similaridade com o enxofre, pode substituí-lo nos aminoácidos sulfurados (metionina - Met e cisteína - Cys), na rota metabólica de síntese de queratina, principal componente proteico da pena. DAHLKE et al. (2005).

Os hormônios T3 e T4 podem ter suas concentrações alteradas por fatores como temperatura, sendo que a exposição da ave ao frio promove aumento dos níveis sanguíneos de T3, com efeito inverso quando expostas ao calor (HADDAD & MASHALY, 1989). Supõe-se que, altos níveis de T3 e T4 aumentam a atividade metabólica das papilas formadoras de pena, além de promover maiores consumos de oxigênio, ativar a síntese e metabolismo de proteínas, carboidratos e lipídios (LUCAS & STETTENHEIM, 1972; LAWRENCE & FOWLER, 1997).

Como consequência do aumento da ingestão de selênio existe um aumento na atividade da 5' deiodinase, enzima ativadora do hormônio T3, portanto, acredita-se que alterações do empenamento causadas pela ação da temperatura ambiente possam ser corrigidas com atimização da utilização desse micromineral, através da sua forma orgânica (adaptado de JIANHUA et al. ,2000).

Diante do exposto, avaliou-se no presente estudo características ósseas e porcentagem de penas de frangos de corte arraçoados com dietas contendo selênio, zinco e manganês complexados ou não a moléculas orgânicas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no aviário experimental do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias / Unesp, Campus de Jaboticabal – SP.

Foram utilizados 980 pintainhos machos de um dia de idade da linhagem Cobb, que foram criados durante um período de 42 dias, divididos em 3 fases: inicial (1-21 dias), crescimento (22-35 dias) e acabamento (36 – 42 dias).

As aves foram criadas em três câmaras climáticas, equipadas com sistemas de aquecimento e refrigeração, que proporcionaram as diferentes temperaturas (Quadro 1) de acordo com as fases de criação. Foram distribuídas 20 aves por boxe, com base no peso médio do lote.

Quadro 1. Temperaturas a serem utilizadas durante a criação das aves.

Idade das Aves (dias)	Temperatura (° C)		
	Quente	Termoneutra	Fria
1 - 3	35 ±2	35 ±2	35 ±2
4 - 7	35 ±2	30 ±2	25 ±2
8 - 14	34 ±2	27 ±2	20 ±2
15 - 21	33 ±2	26 ±2	18 ±2
22 - 42	32 ±2	26 ±2	18 ±2

Foram realizadas quatro vacinações (via água), de acordo com a rotina do aviário, sendo duas contra a Doença de Gumboro (cepa fraca e intermediária, com 7 e 19 dias, respectivamente) e New Castle (cepa fraca e intermediária, com 7 e 19 dias, respectivamente). Água e ração foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

As aves foram abatidas no abatedouro experimental, localizado no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da FCAV – Unesp, Campus de Jaboticabal. Foi realizado jejum alimentar de 6 horas e descanso pré abate de 2 horas. Antes de

serem sangradas, as aves foram insensibilizadas eletricamente, por meio de corrente em solução salina.

As análises laboratoriais foram realizadas no laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia da FCAV –Unesp, Campus de Jaboticabal.

Rações experimentais e tratamentos

As rações experimentais (Tabela 1) foram preparadas em um misturador horizontal com capacidade de 75 a 500 Kg. As formulações se basearam nas exigências apresentadas nas Tabelas brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et. al., 2005). As fontes inorgânicas utilizadas foram Selenito de Sódio, Sulfato de Zinco e Sulfato de Manganês, já as fontes “orgânicas” foram Sel-Plex[®] (Mín. 1.000 mg de Se/kg do produto), Bioplex[®] Zinco (Mín. 150.000 mg de Zn/kg do produto) e Bioplex[®] Manganês (Mín. 150.000 mg de Mn/kg do produto), da empresa Alltech Agroindustrial do Brasil Ltda.

Os níveis de inclusão dos microminerais nas rações foram 0,3; 60 e 65 mg de Selênio, Zinco e Manganês por quilo de ração, respectivamente. A pré-mistura utilizada não conteve as fontes dos minerais em questão, as mesmas foram adicionadas separadamente. Sendo assim, o tratamento controle forneceu apenas as concentrações dos minerais contidas no milho e no farelo de soja.

Tabela 1. Composições percentuais e calculadas das rações experimentais.

Ingredientes (%)	Fase de Criação		
	Inicial (1 – 21 dias)	Crescimento (22 – 35 dias)	Acabamento (36-42 dias)
Milho	57,20	63,89	65,04
Farelo de soja	36,94	30,26	27,86
Óleo de soja	1,81	2,47	3,87
Fosfato bicálcico	1,83	1,63	1,38
Calcáreo calcítico	1,3	0,85	0,95
Cloreto de sódio	0,3	0,3	0,3
Pré Mistura vit. min.*	0,5	0,5	0,5
Metionina (98%)	0,12	0,10	0,10
Total	100	100	100
Composição Calculada			
Proteína bruta, %	21,5	19,00	18
Energia Metab., kcal/kg	3000	3121	3225
Fósforo disponível, %	0,45	0,40	0,35
Cálcio, %	0,95	0,84	0,80
Metionina + cistina, %	0,85	0,78	0,75
Metionina, %	0,50	0,46	0,45
Lisina, %	1,20	1,06	1,00

* **Composição do produto (kg)** – **Inicial:** vit. A 7.000.000 UI, vit. D3 4.000.000 UI, vit. E 5000 mg, vit. K 1200 mg, vit. B1 360 mg, vit. B2 2000 mg, vit. B6 700 mg, vit. B12 7000mcg, niacina 7500 mg, biotina 30 mg, ácido pantotênico 6000 mg, ácido fólico 300 mg, colina 200 mg, ferro 1 1000 mg, cobre 3000 mg, iodo 204 mg, cloro 360 mg, promot. cresc. e efic. alimentar 20mg, coccidiostático 100 g, antifúngico 2000 mg, antioxidante 10 mg, magnésio 50 g, enxofre 40 g, veículo energético e protéico (q. s. p.) 1.000g. **Crescimento:** vit. A 1.500.000 UI, vit. D3 3.500.000 UI, vit. E 4800 mg, vit. K 1100 mg, vit. B1 340 mg, vit. B2 1700 mg, vit. B6 700 mg, vit. B12 6500mcg, niacina 7000 mg, biotina 30 mg, ácido pantotênico 5000 mg, ácido fólico 250 mg, colina 120 mg, ferro 11.000 mg, cobre 3000 mg, iodo 240 mg, cloro 360 mg, promot. cresc. e efic. alimentar 20mg, coccidiostático 100 g, antifúngico 2000 mg, antioxidante 10 mg, magnésio 50 g, enxofre 30 g, veículo energético e protéico (q. s. p.) 1.000g. **Acabamento:** vit. A 1.500.000 UI, vit. D3 3.500.000 UI, vit. E 4500 mg, vit. K 1000 mg, vit. B1 300 mg, vit. B2 1600 mg, vit. B6 700 mg, vit. B12 6500mcg, niacina 7000 mg, biotina 30 mg, ácido pantotênico 5000 mg, ácido fólico 250 mg, colina 120 mg, ferro 1 .1000 mg, cobre 3000 mg, iodo 240 mg, cloro 360 mg, antifúngico 2000 mg, antioxidante 10 mg, magnésio 50 g, enxofre 30 g, veículo energético e protéico (q. s. p.) 1.000g.

Delineamento experimental

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 X 2 + 1, sendo três temperaturas de criação: quente, termoneutra e fria, duas fontes de

selênio, zinco e manganês: inorgânica e “orgânica”, mais o tratamento testemunha (criação em câmara termoneutra sem adição de Se, Zn e Mn na ração). Foram utilizadas 7 repetições com 20 aves por parcela experimental. Após verificação da Homogeneidade da variância pelo teste de Bartlett as médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o GLM Procedure do sistema operacional SAS (1999).

Parâmetros avaliados:

Porcentagem de penas: Aos 21, 35 e 42 dias de idade foram abatidas 7 aves por tratamento (1 ave / repetição), para coleta total das penas, que foram lavadas e secas em estufa a 55°C durante 48 horas, esfriadas em temperatura ambiente e pesadas para obtenção do peso relativo (peso penas / peso corporal da ave) e do peso total das penas (COOPER & WASHBURN, 1998).

Resistência óssea: As aves abatidas para obtenção do rendimento de penas foram as mesmas utilizadas para essa análise, que foi realizada utilizando-se tibiotarso direito das aves *in natura*. Após a extração manual da carne, os ossos foram secos em estufa de circulação forçada (55 °C) até estabilização do peso, em seguida, os mesmos foram colocadas no aparelho Texture Analyser TA-XT2i, acoplado ao dispositivo modelo Warner-Bratzler (lâmina reta), na posição horizontal sobre dois suportes, sendo a pressão aplicada no centro dos mesmos. A quantidade máxima de força aplicada ao osso antes de sua ruptura foi considerada como resistência à quebra, em kgf.

Porcentagem de cinzas do tibiotarso: Os tibiotarsos esquerdos *in natura* foram limpos, desengordurados com éter de petróleo em extrator de Soxhlet, pesados e colocados em seguida na mufla a 600°C durante 5 horas, conforme metodologia descrita por SÁ et al. (2004).

Densidade Óssea (Índice Seedor): Foram utilizadas as mesmas amostras usadas para obtenção da resistência. Após secas, as mesmas foram pesadas e medidas (comprimento). O índice Seedor (indicativo de densidade óssea) foi obtido dividindo-se o peso (mg) do Tibiotarso seco pelo comprimento do mesmo (mm), quanto maior o índice de Seedor maior a densidade da peça óssea, e vice-versa (SEEDOR et al., 1991).

Resultados e Discussão

Os valores médios encontrados para índice Seedor, matéria seca, resistência à quebra e porcentagem de cinzas dos tibiotarsos das aves que foram submetidas aos tratamentos e abatidas aos 21 dias são apresentados na Tabela 2. Não houve interação significativa entre os fatores fonte de microminerais e temperatura de criação em nenhum dos parâmetros avaliados. A suplementação da dieta com selênio, zinco e manganês, tampouco o tipo de fonte utilizada não influenciaram os parâmetros analisados ($P>0,05$). Entretanto, foi observado efeito do fator temperatura de criação sobre os parâmetros índice Seedor (densidade óssea) e resistência à quebra dos tibiotarsos das aves, sendo que as aves criadas em temperaturas elevadas apresentaram menor densidade óssea e conseqüentemente menor resistência à quebra, quando comparadas às criadas nas demais temperaturas, que não diferiram entre si ($P>0,05$). Esse resultado se explica pelo fato das aves criadas em temperaturas elevadas apresentarem desenvolvimento inferior às demais, apresentando assim desenvolvimento ósseo mais lento (BRUNO, 2002).

Tabela 2. Resultados obtidos para índice Seedor, matéria seca (MS), resistência à quebra e porcentagem de cinzas dos Tibiotarsos das aves aos 21 dias de idade.

Tratamentos	Índice Seedor	MS (%)	Resistência (kgf)	Cinzas (%)
Test. Vs Fatorial				
Testemunha	79,86	45,70	19,736	43,96
Fatorial	74,97	44,25	16,673	44,41
Teste F	2,74 ^{NS}	2,47 ^{NS}	1,75 ^{NS}	0,22 ^{NS}
Pr > F	0,132	0,460	0,218	0,651
Fonte (F)				
Orgânica	73,69	43,96	16,010	43,54
Inorgânica	72,59	43,85	14,733	43,71
Teste F	0,42 ^{NS}	0,03 ^{NS}	1,51 ^{NS}	0,05 ^{NS}
Pr > F	0,524	0,874	0,229	0,826
Temperatura (T)				
Alta	64,86 B	43,37	12,937 B	43,35
Termoneutra	74,97 A	44,25	16,673 A	44,41
Baixa	79,58 A	44,10	16,503 A	43,11
Teste F	25,84 **	0,64 ^{NS}	5,49 *	1,05 ^{NS}
Pr > F	< 0,0001	0,532	0,009	0,364
F Int. F X T	2,19 ^{NS}	0,22 ^{NS}	2,10 ^{NS}	0,77 ^{NS}
CV (%)	6,31	4,17	17,80	4,90

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). *(P<0,05); ** (P<0,01) CV= Coeficiente de variação. NS = Não significativo.

Os valores médios encontrados para índice Seedor, matéria seca, resistência à quebra e porcentagem de cinzas dos tibiotarsos das aves que foram submetidas aos tratamentos e abatidas aos 35 dias são apresentados na Tabela 3. Como ocorrido aos 21 dias de idade, não se verificou interação significativa entre os fatores fonte de microminerais e temperatura de criação para as características avaliadas (P>0,05). A suplementação da dieta com os microminerais e nem o tipo de fonte utilizada influenciaram os parâmetros analisados (P>0,05). Observou-se efeito do fator temperatura de criação sobre a densidade óssea (índice Seedor), porém, não se observou diferença estatística (P>0,05) entre os tratamentos para resistência à quebra dos tibiotarsos das aves, como observado aos 21 dias de idade. As características porcentagem de matéria seca e cinzas não foram influenciados pelo fator temperatura de criação (P>0,05).

Tabela 3. Resultados obtidos para índice Seedor, matéria seca (MS), resistência à quebra e porcentagem de cinzas dos Tibiotarsos das aves aos 35 dias de idade.

Tratamentos	Índice Seedor	MS (%)	Resistência	Cinzas (%)
Test. Vs Fatorial				
Testemunha	108,11	55,08	19,817	36,81
Fatorial	99,60	55,02	19,967	36,01
Teste F	1,67 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,54 ^{NS}
Pr > F	0,228	0,971	0,944	0,480
Fonte (F)				
Orgânica	97,52	54,81	19,419	36,38
Inorgânica	94,80	53,12	17,896	35,12
Teste F	0,36 ^{NS}	2,76 ^{NS}	1,17 ^{NS}	3,24 ^{NS}
Pr > F	0,552	0,108	0,288	0,082
Temperatura (T)				
Alta	85,60 B	53,02	16,231	34,99
Termoneutra	99,60 AB	55,02	19,967	36,01
Baixa	103,28 A	53,86	19,776	36,25
Teste F	5,66 *	1,29 ^{NS}	2,98 ^{NS}	1,21 ^{NS}
Pr > F	0,008	0,289	0,066	0,312
F Int. F X T	0,88 ^{NS}	2,26 ^{NS}	1,26 ^{NS}	1,07 ^{NS}
CV (%)	12,67	5,15	20,46	5,34

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). *(P<0,05); ** (P<0,05) CV= Coeficiente de variação. NS = Não significativo.

Os resultados obtidos para índice Seedor, matéria seca, resistência à quebra e porcentagem de cinzas dos tibiotarsos das aves abatidas aos 42 dias de idade são apresentados na Tabela 4. Foi verificada interação significativa entre os fatores fonte de microminerais e temperatura de criação para os parâmetros índice Seedor e resistência à quebra, que têm seus desdobramentos apresentados nas tabelas 5 e 6, respectivamente. A suplementação da dieta com os microminerais e nem o tipo de fonte utilizada influenciaram os parâmetros analisados (P>0,05).

Tabela 4. Resultados obtidos para índice Seedor (densidade óssea), matéria seca (MS), resistência à quebra e porcentagem de cinzas dos Tibiotarsos das aves aos 42 dias de idade.

Tratamentos	Índice Seedor	MS (%)	Resistência	Cinzas (%)
Test. Vs Fatorial				
Testemunha	127,87	48,20	25,138	36,86
Fatorial	127,57	46,74	23,166	37,36
Teste F	0,01 ^{NS}	1,78 ^{NS}	0,78 ^{NS}	0,29 ^{NS}
Pr > F	0,964	0,214	0,400	0,603
Fonte (F)				
Orgânica	117,47	47,52	19,533	36,76
Inorgânica	114,08	46,70	20,445	36,05
Teste F	0,51 ^{NS}	1,23 ^{NS}	0,39 ^{NS}	1,12 ^{NS}
Pr > F	0,482	0,277	0,538	0,299
Temperatura (T)				
Alta	103,66	46,95	15,835	35,47
Termoneutra	127,57	46,74	23,166	37,36
Baixa	116,09	47,64	20,966	36,40
Teste F	8,40 *	0,54 ^{NS}	8,78 *	2,68 ^{NS}
Pr > F	0,001	0,586	0,001	0,086
F Int. F X T	15,59 **	2,43 ^{NS}	3,61 *	3,22 ^{NS}
CV (%)	11,10	4,28	19,37	5,02

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). *(P<0,05); ** (P<0,01) CV= Coeficiente de variação. NS = Não significativo.

O desdobramento da interação entre fonte de microminerais e temperatura para densidade óssea (Índice Seedor) do Tibiotarso das aves abatidas aos 42 dias de idade é apresentado na tabela 5. Ao se analisar o fator fonte de micromineral dentre de temperaturas percebeu-se que em condições de temperaturas elevadas a fonte orgânica ocasionou maior densidade (P<0,05), entretanto, em baixas temperaturas o efeito foi contrário, ou seja, a fonte orgânica mostrou-se superior (P<0,05). Já em condições de neutralidade térmica não existiu diferença (P>0,05) entre as fontes utilizadas.

Analisando o fator temperatura de criação dentro de fonte de microminerais percebeu-se que, quando se utilizou a fonte orgânica a densidade óssea do tibiotarso foi maior nas aves criadas em temperatura neutra, quando comparadas com as submetidas a temperaturas baixas, entretanto essas não diferiram (P>0,05) das criadas em temperaturas elevadas.

Quando utilizou-se a fonte inorgânica a densidade óssea foi menor nas aves criadas em temperaturas altas, diferindo das criadas nas demais temperaturas (termoneutra e baixa), que apresentaram valores similares ($P>0,05$). Esse comportamento pode ser considerado normal, pois segundo RATH et al. (2000) o desenvolvimento ósseo das aves acompanha o desenvolvimento corporal e, nesse caso as aves estressadas pelo calor tiveram menor ganho de peso, diferindo das demais ($P<0,05$).

Tabela 5. Desdobramento da interação entre fonte de microminerais e temperatura para densidade óssea (Índice Seedor) do Tibiotarso das aves abatidas aos 42 dias de idade.

Fonte	Temperatura		
	Alta	Termoneutra	Baixa
Orgânica	120,34 Aab	131,62 a	100,44 Bb
Inorgânica	86,97 Bb	123,52 a	131,74 Aa

Médias seguidas por letras minúsculas (linhas) e maiúsculas (colunas) iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5 %).

O desdobramento da interação entre fonte de microminerais e temperatura para resistência à quebra do Tibiotarso das aves abatidas aos 42 dias de idade é apresentado na tabela 6. Observou-se diferença significativa ($P<0,05$) apenas quando se analisou o fator temperatura de criação dentro da fonte inorgânica, onde as aves criadas sob temperaturas elevadas apresentaram resistência menor que as demais ($P<0,05$), que não diferiram entre si ($P>0,05$).

Tabela 6. Desdobramento da interação entre fonte e temperatura para resistência à quebra do Tibiotarso das aves abatidas aos 42 dias de idade.

Fonte	Temperatura		
	Alta	Termoneutra	Baixa
Orgânica	18,093	21,898	18,607
Inorgânica	13,577 b	24,434 a	23,325 a

Médias seguidas por letras minúsculas (linhas) e maiúsculas (colunas) iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5 %).

Os valores médios obtidos para porcentagem de penas das aves abatidas aos 21, 35 e 42 dias de idade estão apresentados na tabela 7.

A suplementação da dieta com os microminerais ocasionou menor porcentagem de penas aos 42 dias de idade, resultado que discorda de JENSEN et al. (1986), que relataram que dietas deficientes em microminerais, principalmente selênio ocasionam alterações negativas no empenamento. Aos 21 e aos 35 dias não observou-se diferença significativa entre o grupo testemunha e o grupo tratado ($P>0,05$).

Não se verificou efeito da fonte dos microminerais sobre a porcentagem de penas ($P>0,05$) das aves em nenhuma das idades avaliadas. Esse resultado discorda de EDENS et al. (2000) e EDENS et al. (2001), que encontraram maior porcentagem de penas nas aves que foram alimentadas com dietas que continham selenomethionina ao invés de selenito de sódio na sua formulação.

Tabela 7. Resultados obtidos para porcentagem de penas das aves abatidas aos 21, 35 e 42 dias de idade.

Tratamentos	21	35	42
	Test. Vs Fatorial		
Testemunha	2,71	4,66	4,41 A
Fatorial	3,36	4,36	3,89 B
Teste F	2,05 ^{NS}	0,84 ^{NS}	9,16*
Pr > F	0,189	0,385	0,010
	Fonte (F)		
Orgânica	3,14	4,23	4,13
Inorgânica	3,07	3,93	3,82
Teste F	0,06 ^{NS}	1,31 ^{NS}	3,73 ^{NS}
Pr > F	0,801	0,262	0,063
	Temperatura (T)		
Alta	3,13	3,84	4,04
Termoneutra	3,36	4,36	4,01
Baixa	2,83	4,03	3,88
Teste F	0,95 ^{NS}	1,35 ^{NS}	0,40 ^{NS}
Pr > F	0,398	0,275	0,674
F Int. F X T	1,08 ^{NS}	2,05 ^{NS}	2,69 ^{NS}
CV (%)	28,27	17,37	10,75

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). *($P<0,05$); ** ($P<0,05$) CV= Coeficiente de variação. NS = Não significativo.

Não foi observado efeito da temperatura de criação sobre a porcentagem de penas das aves submetidas aos tratamentos ($P>0,05$), resultado que discorda com os encontrados por DAHLKE et al. (2005), que encontraram menor empenamento em condição de estresse térmico por calor. Tais autores atribuíram esse resultado à priorização na manutenção da homeostase em detrimento ao crescimento da estrutura das penas. COOPER e WASHBURN (1998) observaram uma redução no empenamento quando as aves foram expostas a temperatura de 32°C até os 49 dias de idade.

De acordo com WYLIE et al. (2001), a redução do empenamento pode ser uma resposta adaptativa para a melhor dissipação de calor em climas quentes. Entretanto esse comportamento não foi observado no presente estudo ($P>0,05$).

Não verificou-se interação significativa entre os fatores fonte de microminerais e temperatura de criação para porcentagem de penas nas idades avaliadas ($P>0,05$).

Conclusões

A suplementação da dieta com selênio, zinco e manganês não alterou os parâmetros ósseos analisados.

Melhor valor para densidade óssea foi encontrado quando se utilizou as fontes orgânica e inorgânica em temperaturas elevadas e baixas, respectivamente. A criação das aves em temperaturas altas levou a menores valores de densidade óssea e resistência à quebra.

O empenamento das aves não foi influenciado pelos fatores testados.

Referências

BRUNO, L. D. G. **Desenvolvimento ósseo em frangos: influência da restrição alimentar e da temperatura ambiente**. 2002. 77 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.2002.

COOPER, M. A.; WASHBURN, K. W. The relationship of body temperature to weight gain, feed consumption and feed utilization in broiler under heat stress.**Poultry Science**, v. 77, p. 237-242, 1998.

DAHLKE, F. et al. Suplementação dietética de selênio para frangos de corte e seus efeitos sobre o empenamento. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 1, p. 27-33, 2005.

EDENS, F. W.; CARTER, T. A.; PARKHURST, C. R. Effect of selenium source and litter type on broiler feathering. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 9, p. 407-413, 2000.

EDENS, F.; PARHURST, C. R.; HAVENSTEIN, G. B. Housing and selenium influences on feathering in broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 10, p.128-134, 2001.

HADDAD, E. E.; MASHALY, M. M. Effect of thyroidectomy of immature male chickens on circulatig thyroid hormones and on response to thyroid-stimulating hormones and chronic cold exposure. **Poultry Science**, v. 68, p. 169- 176, 1989.

JIANHUA, H.; OHTSUKA, A.; HAYASHI, K. Selenium influences growth via thyroid hormone status in broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 84, p. 727-732, 2000.

LAWRENCE, T. L. J.; FOWLER, V. R. Hormonal, genetic and immunological influences on growth. In: LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. **Growth of farm animals**. New York: Cab International, p. 102-149, 1997.

LUCAS, A. M.; STETTENHEIM, P. R. Avian anatomy integument. In: **Michigan Agriculture Handbook**, 1320 p., 1972.

MENDES, A. A. Rendimento e qualidade de carcaça de frangos de corte. In.: **CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS**, 2001. **Anais...** Campinas: Facta, 2001. p. 57-64.

RATH, N. C. et al. Factors Regulating Bone Maturity and Strength in Poultry. **Poultry Science**, v. 79, p. 1024–1032, 2000.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição dos alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2005, p. 54 -56.

SÁ, L. M. et al. Exigência Nutricional de Cálcio para Frangos de Corte nas Fases de Crescimento e Terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 397-406, 2004.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistics. Release 8.02. Cary, 1999.

SEEDOR, J. G., et al. The biophosphonate alendronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 6, p. 339-346, 1991.

WYLIE, L. M. et al. Effects of ambient temperature and restricted feeding on growth of feathers in growing turkeys. **British Poultry Science**, v. 42, p. 449-455, 2001.