

UNIVERSIDADE TUIUTI DO PARANÁ
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DE SAÚDE
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU* EM AVES E SUÍNOS

**INFLUÊNCIA DO CONDICIONAMENTO TÉRMICO E DA ILUMINOSIDADE
NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**

Projeto de Pesquisa apresentado no Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Produção de Aves e Suínos da Faculdade de Ciências Biológicas e de Saúde da Universidade Tuiuti do Paraná.

Orientador: Prof. MSc. Paulo Nocera.

CASTRO

2008

Título: Influência do condicionamento térmico na produção de frangos de corte

Instituição Executora: Universidade Tuiuti do Paraná.

Órgão Executor: Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão - PROPPE
Faculdade de Ciências Biológicas e de Saúde
Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Produção de Aves e Suínos

Município: Castro - PR

Equipe: Aluno: Eduardo Augusto Baptista Martinelli

Aluno: Renato Luiz Arantes

Orientador: Prof. MSc. Paulo Nocera - UTP

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	04
2.	OBJETIVOS.....	06
3.	REVISÃO DE LITERATURA.....	07
3.1	O CALOR NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE....	07
3.2	O PROCESSO DE ADAPTAÇÃO AO CALOR.....	10
4.	CONCLUSÃO.....	15
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16

1. INTRODUÇÃO

A importância econômica da produção de aves no mundo é indiscutível. O desenvolvimento de linhagens genéticas com alta velocidade de crescimento, associado ao desenvolvimento tecnológicos na área de nutrição, manejo e sanidade, conduziram a criação de aves em níveis industriais. Embora tais condições tenham proporcionado ganhos econômicos e sociais, também têm resultado em problemas quanto ao bem estar das aves, dada a utilização de certas práticas de criação e de manejo. Na visão de muitos, o desafio atual seria desenvolver sistemas de produção eticamente aceitáveis e economicamente viáveis. Neste sentido, cabe aos pesquisadores e criadores avaliar objetivamente os diferentes sistemas de produção, para assegurar que tais sistemas não prejudiquem a qualidade de vida e a produtividade das aves.

A avicultura de corte é um dos ramos da produção animal que mais se destaca no cenário mundial. A grande aceitabilidade da carne de aves, cujo consumo praticamente não enfrenta restrições de ordem ética ou religiosa, tem impulsionado o crescimento quase que constante de sua produção ao longo das últimas décadas. Fenômeno relativamente recente neste contexto é a consolidação da indústria avícola em países de clima tropical e subtropical, locais estes onde a taxa de remuneração da atividade tem se mostrado sensível às médias elevadas de temperatura ambiente. A exposição crônica ao calor reduz significativamente o desempenho das aves, além de elevar abruptamente a taxa de mortalidade final do plantel (ARJONA *et al.*, 1988; LOTT, 1991).

A ação humana pode melhorar o bem-estar animal mas não pode alterar as características que são do próprio animal. Pretende-se estudar e mostrar quais são as bases fisiológicas do bem estar animal principalmente relacionado ao que chamamos de estresse.

O entendimento do bem-estar animal não é simples, como já relatado exige amplo conhecimento sobre os animais e de suas relações com o meio. Isto exige uma abordagem multidisciplinar, com a integração de conceitos de diversas áreas do conhecimento e exige também uma definição clara do que é bem-estar animal.

Diante deste panorama, fica evidente a necessidade de se buscar alternativas que efetivamente reduzam o impacto da alta temperatura ambiente sobre o nível de produtividade do frango de corte. Para tanto, diferentes propostas estão sendo estudadas: o desenvolvimento de

mecanismos mais eficientes e viáveis para o resfriamento de galpões (ERNST, 1995), a introdução de linhagens mais resistentes nos programas de melhoramento genético (MERAT, 1986), a adequação dos níveis nutricionais da dieta à temperatura de criação (DALE & FULLER, 1979; BRAKE *et al.*, 1998; FARIA FILHO, 2003 e 2006), a restrição alimentar (ZULKIFLI *et al.*, 2000; YALCIN *et al.*, 2001) e a aclimatação (SYKES & FATAFTAH, 1986; ARJONA *et al.*, 1988; WANG & EDENS, 1998) são apenas alguns exemplos. No entanto, levando-se em conta a alta demanda por recursos financeiros e o longo período necessário à efetiva implantação de determinadas propostas, despertam cada vez maior interesse no meio científico as medidas relacionadas com a manipulação da dieta e dos processos adaptativos das aves ao calor.

2. OBJETIVOS

Frente ao exposto, o objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos do condicionamento térmico sobre variáveis produtivas e fisiológicas de frangos de corte expostos ao calor no período precoce e final de criação com interferências de luminosidade.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 O calor na produção de frangos de corte

A temperatura ambiente influencia de maneira significativa o metabolismo energético do frango de corte, podendo atuar como fator decisivo para o bom desempenho final do lote. Levando-se em conta apenas a temperatura de criação, FURLAN & MACARI (2002) explicam que o mínimo custo energético para manutenção é atingido quando a temperatura ambiente se encontra dentro da faixa de termoneutralidade para o animal, uma vez que fora destes limites o requerimento em energia para produção ou perda de calor se eleva. SAKOMURA *et al.* (2005) ilustrou esta situação de maneira bastante clara ao evidenciar o desvio de parte da energia líquida que seria destinada à produção para os mecanismos de perda de calor.

Segundo o GLOSSARY OF TERMS FOR THERMAL PHYSIOLOGY (2001), podemos definir estresse térmico como qualquer variação na relação entre temperatura de conforto e temperatura ambiente que, caso não seja compensada por mecanismos regulatórios, resulte em hipo ou hipertermia. Na produção de frangos de corte, esse termo normalmente traz embutida a idéia de calor - primeiro por ser este o desafio térmico mais freqüentemente observado nas granjas; segundo por causar, ao menos visualmente, maior desconforto às aves do que o frio.

Durante a exposição ao calor, os mecanismos termorregulatórios dos frangos são ativados em uma seqüência comum a muitas espécies aviárias. Inicialmente há um aumento na freqüência respiratória como tentativa de manter a temperatura interna através da perda de calor evaporativo (NICHELMANN & TZSCHENTKE, 2002). Num segundo momento, alterações no sistema cardiovascular como vasodilatação periférica e diminuição da freqüência cardíaca entram em ação visando reduzir a resistência periférica do sistema circulatório e facilitar a dissipação de calor pelas extremidades corpóreas (DARRE & HARRISON, 1987; FURLAN & MACARI, 2002). Por fim, caso a temperatura interna da ave continue aumentando de maneira significativa, sua taxa de metabolismo basal é reduzida gradativamente no intuito de minimizar a produção endógena de calor (NICHELMANN & TZSCHENTKE, 2002).

De acordo com o conceito de fracionamento da energia bruta do alimento podemos definir a produção endógena de calor como a somatória do gasto energético para manutenção com o incremento calórico da dieta. Desta forma, reduzir a ingestão de alimento em ambientes quentes é uma resposta imediata e extremamente eficiente do organismo, pois diminui de maneira direta a produção de calor endógeno relacionado ao metabolismo da ingesta. Embora fisiologicamente este comportamento seja interessante para manutenção da homeostasia do animal, sob o aspecto zootécnico o menor consumo alimentar é extremamente prejudicial à ave. Como consequência direta da restrição alimentar menor quantidade de nutrientes encontra-se disponível para o organismo, que responde reduzindo sua taxa de crescimento e nível de produtividade. Quantificando esta redução de consumo em frangos criados dentro do intervalo de 22 a 32°C, BONNET *et al.* (1997) observaram uma queda média de três pontos percentuais a cada grau de elevação na temperatura ambiente.

Trabalhando com frangos de corte machos distribuídos em esquema de alimentação equivalente ou “pair feeding”, FARIA FILHO (2006) observou que aves expostas a 32°C, dos 21 aos 42 dias de idade, reduzem o ganho de peso em cerca de 28% quando comparadas às criadas em ambiente termoneutro. Particionando este efeito total da exposição ao calor o autor concluiu que aproximadamente 60% do pior ganho de peso ocorreu por consequência direta da redução no consumo de ração. Em trabalho semelhante, porém iniciando o período de estresse térmico aos 28 dias, AIN BAZIZ *et al.* (1996) atribuíram 53% da redução no ganho de peso ao efeito da restrição alimentar.

Embora seja evidente a maior participação da restrição alimentar na redução do ganho de peso em frangos estressados pelo calor, o efeito direto da temperatura ambiente sobre a fisiologia da ave também afeta de maneira significativa suas variáveis produtivas. BONNET *et al.* (1997) descreveram piora na digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, amido e extrato etéreo dietéticos por efeito direto da exposição a 32°C. Explicação para tais achados foi proposta por HAR *et al.* (2000), cujos resultados indicaram menor atividade de enzimas digestivas, como a tripsina e a α -amilase, em frangos estressados pelo calor. A abordagem em “pair feeding” deste experimento permitiu aos autores outra conclusão bastante interessante: embora em pequena intensidade, a restrição alimentar imposta pela exposição ao calor melhora a digestibilidade de todos os nutrientes da dieta. A ocorrência de efeitos antagônicos como estes é uma das justificativas para a dificuldade que encontramos em prever com exatidão a resposta das aves frente ao desafio térmico, além de ser a causa de muitos dos resultados discrepantes apresentados na literatura.

Outro problema importante relacionado à criação de frangos em temperatura elevada é a alteração da composição química de suas carcaças. Frangos expostos ao calor durante o período de 21 a 49 dias de idade tendem a depositar mais gordura e menos proteína (CHENG *et al.*, 1997a, b), resultado direto da associação entre baixo metabolismo basal e pouca atividade física (AIN BAZIZ *et al.*, 1996). Reduzir a movimentação durante períodos quentes é uma forma interessante de se diminuir a produção de calor endógeno relacionada ao trabalho muscular, no entanto, diminui também o gasto energético do animal que passa então a depositar mais gordura. Além disto, a exposição ao calor também promove menores níveis plasmáticos de triiodotironina (GERAERT *et al.*, 1996; URBANO, 2005) e maiores de corticosterona (EDENS & SIEGEL, 1975), ambos hormônios reguladores do metabolismo energético animal.

Sumarizando o que vimos até este ponto, podemos dizer que a exposição crônica ao calor induz uma série de respostas orgânicas, específicas ou não. De uma maneira geral estas respostas levam à completa ativação dos mecanismos de perda de calor e, posteriormente, à expressão de comportamentos que proporcionem redução na produção endógena de calor. Esta situação, embora garanta a manutenção da homeostase orgânica por algum tempo, acaba por prejudicar as características zootécnicas da ave, gerando grandes prejuízos à cadeia produtiva. Sabemos, porém, que a adaptação prévia do organismo ao fator estressante muitas vezes reduz sua intensidade de resposta frente ao desafio (BUCHANAN, 2000), proporcionando um balanço mais adequado na relação entre integridade orgânica e nível de produtividade. Foi baseado neste conceito que se desenvolveram as técnicas de adaptação ao calor e é com o foco nesta direção que prosseguiremos nossa discussão.

3.2 O processo de adaptação ao calor

O período pós-eclosão do pintainho é definido por muitos como uma fase de transição, na qual a maturação da maioria dos sistemas orgânicos o prepara para enfrentar o ambiente externo ao ovo de maneira efetiva. O aprimoramento das estruturas responsáveis pela digestão e absorção dos nutrientes dietéticos, o desenvolvimento de um sistema imune competente e o refinamento dos mecanismos termorregulatórios são alguns exemplos de acontecimentos importantes e essenciais desta fase, os quais só ocorrem de maneira eficiente após a apresentação do organismo a estímulos específicos. Assim, melhor do que uma fase de transição podemos denominar os primeiros dias de vida do pintainho como um período crítico (TZSCHENTKE & PLAGEMANN, 2006), no qual determinados fatores externos e internos precisam entrar em sintonia para a adaptação do organismo às condições de vida fora do ovo.

Três diferentes níveis de adaptação orgânica foram propostos por NICHELMANN & TZSCHENTKE (2002): genético, fenotípico e epigenético. Adaptação genética refere-se a todas as características morfológicas, fisiológicas e bioquímicas do organismo que se incorporam ao genótipo do animal, sendo assim transmissíveis a seus descendentes. De uma maneira geral, tais características representam o potencial de adaptação do organismo ao ambiente. Adaptação fenotípica, por outro lado, pode ser definida como a somatória das alterações orgânicas induzidas pela interação entre o genótipo do animal e o meio externo, caracterizando uma espécie de ajuste fino da adaptação genotípica por meio da modulação das frequências de expressão gênica. Este tipo de adaptação acontece durante toda a vida da ave e apresenta a função primária de capacitá-la a sobreviver frente às condições momentâneas do meio que a circunda. Por outro lado, quando o processo adaptativo envolve alterações orgânicas relacionadas ao preparo do organismo para um ambiente futuramente esperado estamos falando do mecanismo epigenético de adaptação. Assim como a adaptação fenotípica, a adaptação epigenética não é fixada geneticamente, sendo caracterizada principalmente por alterações na taxa de expressão gênica (NICHELMANN & TZSCHENTKE, 2002). No entanto, diferentemente da fenotípica - que acontece durante toda a vida do animal - a adaptação epigenética limita-se a períodos específicos de seu ciclo de vida. Desta forma, a ausência de um estímulo epigenético no momento adequado bloqueia o desenvolvimento deste tipo de adaptação.

A criação de frangos em temperatura superior ao limite de termoneutralidade proporciona maior resistência ao calor (REECE *et al.*, 1972; MAY *et al.*, 1986; MAY *et al.*,

1987; ARJONA *et al.*, 1988). Tal fenômeno, denominado na literatura de aclimatação, nada mais é do que um processo adaptativo relacionado às respostas orgânicas despendidas pela ave para manter a homeostase corpórea durante a exposição crônica ao calor (WIERNUSZ & TEETER, 1996). No entanto, concomitantemente com a maior tolerância a temperaturas elevadas, a aclimatação induz significativa redução no ganho de peso das aves, consequência direta da maior demanda energética imposta pelos mecanismos de perda de calor e do menor consumo de ração durante todo seu ciclo de vida (YAHAV & McMURTRY, 2001).

Assim, como alternativa para este entrave, surgiu a técnica de condicionamento térmico precoce. Esta consiste em uma exposição única de 24 horas a temperaturas entre 35 e 38°C, durante a primeira semana de vida do pintainho. Neste período, embora o sistema termorregulatório da ave ainda não esteja completamente desenvolvido (NICHELMANN & TZSCHENTKE, 2002), seu organismo apresenta a capacidade de adquirir uma espécie de “memória fisiológica” que lhe assegurará a expressão futura de uma maior tolerância ao calor. Desta forma, como vantagem em relação ao processo de aclimatação, o condicionamento térmico disponibiliza à ave, até o momento do abate, período suficiente para compensação do menor ganho de peso imposto pela exposição precoce ao calor (GERAERT *et al.* 1996), havendo relatos inclusive de peso corpóreo superior no grupo condicionado em relação ao não-condicionado a partir dos 35 dias de vida (YAHAV & PLAVNIK, 1999).

Neste ponto podemos fazer uma diferenciação importante entre condicionamento térmico precoce e aclimatação. Enquanto o primeiro se caracteriza unicamente como um processo epigenético de adaptação, o segundo se enquadra basicamente no conceito fenotípico de adaptação. Sendo assim, não é admirável que aves aclimatadas apresentem maior grau de resistência ao calor que as condicionadas (YAHAV & McMURTRY, 2001); porém, para tanto pagam o alto preço do pior desempenho zootécnico.

Comprovando o aumento na tolerância térmica em frangos condicionados ao calor, ARJONA *et al.* (1988) obtiveram redução de até 93% na mortalidade de lotes submetidos a estresse por calor durante 8 horas diárias, aos 44 e 45 dias, quando as aves foram previamente expostas às mesmas temperaturas durante o quinto dia de vida. Em trabalho semelhante, porém submetendo os frangos a estresse crônico por calor aos 43 e 44 dias de idade, ARJONA *et al.* (1990) relataram redução de 78% na mortalidade de aves condicionadas durante o quinto dia de idade. Resultados semelhantes, porém menos impactantes, foram encontrados por YAHAV & PLAVNIK (1999), com redução de 28% na taxa de mortalidade.

É sabido que frangos aclimatados a altas temperaturas apresentam menores valores de produção de calor, frequência cardíaca e temperatura corporal quando comparados a frangos não aclimatados. Expressam ainda frequência respiratória superior às aves não-aclimatadas quando desafiadas, porém tais achados são inconsistentes em trabalhos com condicionamento térmico. ZHOU *et al.* (1997) relataram menor temperatura abdominal durante o período de re-exposição ao calor em frangos condicionados no quinto dia. No entanto, ARJONA *et al.* (1990) não encontraram diferença nas temperaturas corporal e superficial de frangos condicionados ou não-condicionados no período de re-exposição e sugeriram que os mecanismos fisiológicos envolvidos no condicionamento térmico parecem ser diferentes daqueles relacionados ao processo de aclimação, uma vez que aparentemente não envolvem alteração do “set point” fisiológico da ave.

RUDAS & PETHES (1984) concluíram que o ritmo de conversão de tiroxina (T_4) em triiodotironina (T_3) é essencial na fase inicial de aclimação, uma vez que os hormônios tireoideanos aumentam o consumo de oxigênio e a produção de calor endógeno (TAKAHASHI *et al.*, 2005). Por outro lado, MAY *et al.* (1986) sugeriram que a aclimação não altera os níveis circulantes de hormônios tireoideanos e que possíveis mudanças poderiam ocorrer somente em nível tecidual. De fato, YAHAV & PLAVNIK (1999) relataram redução no nível plasmático de T_3 logo após o período de condicionamento e aos 42 dias, imediatamente após exposição a 35°C por 6 horas. BOWEN *et al.* (1984), ajustando seus resultados em função do peso da ave, corroboraram os achados anteriores ao reduzirem o tempo de sobrevivência de frangas expostas a 50°C pela injeção de T_4 imediatamente antes do desafio térmico.

Buscando ainda elucidar os mecanismos envolvidos no aprimoramento da tolerância ao calor, LOTT (1991) propôs que a elevação na capacidade de consumo de água parece ser o principal componente envolvido no processo de aclimação a temperaturas elevadas. Frangos em ambiente quente perdem acentuada quantidade de água através dos mecanismos evaporativos de perda de calor, característica que além de provocar um descontrole no balanço hídrico do animal, pode interferir de maneira direta sobre seu hematócrito, um dos fatores que mais afetam a viscosidade sanguínea e a capacidade de perda de calor sensível para o ambiente (FURLAN & MACARI, 2002). É certo que este incremento na perda de água em situações de estresse térmico muitas vezes não é acompanhado por aumento proporcional no consumo da mesma, no entanto, ainda assim são comuns os relatos de redução na viscosidade sanguínea de frangos expostos a altas temperaturas. Segundo ZHOU *et al.* (1997), a amplitude desta variação é significativamente maior nas aves adaptadas ao calor.

Outra variável comumente avaliada nos trabalhos envolvendo condicionamento térmico é o consumo de ração das aves. YAHAV & HURWITZ (1996) relataram redução no consumo de ração e piora na conversão alimentar durante a primeira semana de vida em pintainhos condicionados, porém, seu consumo de ração durante todo período experimental foi significativamente maior do que o do grupo não-condicionado. Ao obterem resultados semelhantes em lote de frangos condicionado ao calor durante o terceiro dia de vida, UNI *et al.* (2001) concluíram que alterações na dinâmica das células da mucosa intestinal possivelmente são responsáveis por tais achados, sendo que o ganho de peso compensatório observado a partir da segunda semana de vida é acompanhado de desenvolvimento acentuado da mucosa intestinal e aumento proporcional no consumo de ração.

Diante deste panorama, não é raro encontrar na literatura indicações da técnica de condicionamento térmico precoce como uma das possíveis alternativas para minimizar os efeitos adversos do grande entrave relacionado à produção de frangos de corte em países de clima quente: a exposição crônica ao calor moderado durante a fase final de criação. Entretanto, levando-se em conta as altas temperaturas (35-38°C) e o curto período de tempo utilizado por grande parte dos autores no momento de re-exposição das aves ao calor (ARJONA *et al.*, 1988; YAHAV & HURWITZ, 1996; YAHAV & PLAVNIK, 1999; ZHOU *et al.*, 1997; BASILIO *et al.*, 2001; YAHAV & MCMURTRY, 2001), parece-nos plausível pensar que o condicionamento térmico precoce é mais eficiente em preparar a ave para suportar melhor a exposição aguda ao calor extremo. Em termos práticos, somente em situações emergenciais tais temperaturas são encontradas em condições de campo.

De outra maneira, a maior parte dos estudos de condicionamento térmico precoce ou não citam o programa de luz utilizado (MAY, 1995; YAHAV & HURWITZ, 1996; YAHAV *et al.*, 1997; YAHAV & McMURTRY, 2001) ou foram desenvolvidos com fornecimento contínuo de luz (ARJONA *et al.*, 1988; ARJONA *et al.*, 1990; YAHAV & PLAVNIK, 1999; UNI *et al.*, 2001). Atualmente, devido sua relação com altas taxas de mortalidade final e maior incidência de problemas locomotores, os programas de fornecimento contínuo de luz têm sido substituídos pelos intermitentes, já a partir do terceiro ou quarto dia de idade. Outrossim, especula-se que aves criadas em programa intermitente de luz sejam capazes de regular melhor seu ritmo diário de consumo de ração, reduzindo-o nos horários mais quentes e maximizando-o nos períodos mais frescos, diminuindo a produção de calor durante os horários críticos e melhorando, assim, seu desempenho final (DAGHIR, 1995).

No geral, os autores relatam redução no ganho de peso nos primeiros dias após a imposição do programa intermitente de luz, seguida de um período de ganho de peso compensatório e aumento no consumo de ração, com peso final aos 42 dias igual (BUYSE *et al.*, 1996) ou superior ao grupo criado sob luminosidade contínua (OHTANI & LEESON, 2000). KETELAARS *et al.* (1986) relataram melhor conversão alimentar dos 7 aos 21 dias de idade em frangos criados em programa intermitente de luz e ainda menor produção de calor por quilo de peso metabólico. Tais constatações são coerentes com BUYSE *et al.* (1996), cujos resultados demonstraram ainda maior eficiência de retenção de nitrogênio e menor deposição de gordura abdominal em frangos submetidos ao programa intermitente.

Entretanto, os estudos que relacionam o fornecimento intermitente de luz com o desempenho e a tolerância térmica de frangos foram desenvolvidos de forma a fornecer intervalos regulares de claridade e escuridão às aves durante as 24 horas do dia, o que não condiz com a realidade atual do sistema de criação de frangos no Brasil. Embora venha crescendo, em algumas regiões do país, o interesse pelos aviários “dark house”, em sua maioria nossos galpões ainda apresentam o sistema positivo de pressão de ventilação. Mesmo nos casos em que um sistema de pressão negativa é adotado, cortinas laterais translúcidas são as mais comumente utilizadas, sendo assim aproveitada a luminosidade natural do dia e adotado um programa de fornecimento intermitente de luz somente durante o período noturno.

4. CONCLUSÃO

O condicionamento térmico precoce não é capaz de induzir um grau de adaptação ao calor suficiente para melhorar as características produtivas de frangos submetidos a estresse crônico e cíclico por calor durante a fase final de criação. Entretanto, a criação de aves sob regime intermitente de luminosidade é eficaz na redução dos níveis finais de mortalidade do plantel.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIN BAZIZ H., GERAERT P.A., PADILHA J.C.F., GUILLAUMIN S. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. **Poultry Science**, v.75, p.505-513, 1996.

ARJONA A.A., DENBOW D.M., WEAVER JR. W.D. Effect of heat early in life on mortality of broilers exposed to high environmental temperatures just prior to marketing. **Poultry Science**, v.67, p.226-231, 1988.

ARJONA A.A., DENBOW D.M., WEAVER JR. W.D. Neonatally-induced thermotolerance: physiological responses. **Comparative Biochemistry Physiology**, v.95A, p.393-399, 1990.

BASILIO V., VILARIÑO M., YAHAV S., PICARD M. Early age thermal conditioning and a dual feeding program for male broilers challenged by heat stress. **Poultry Science**, v.80, p.29-36, 2001..

BONNET S., GERAERT P.A., LESSIRE M., CARRE, B., GUILLAUMIN S. Effect of High Ambient Temperature on Feed Digestibility in Broilers. **Poultry Science**, v.76, p.857-863, 1997.

BOWEN S.J., WASHBURN K.W., HUSTON T.M. Involvement of the thyroid gland in the response of young chickens to heat stress. **Poultry Science**, v.63, p.66-69, 1984.

BUCHANAN K.L. Stress and the evolution of condition-dependent signals. **Trends in Ecology & Evolution**, v.15, p.156-160, 2000.

BUYSE J., KUHN E.R., DECUYPERE E. The use of intermittent lighting in broiler raising. 1. Effect on broiler performance and efficiency of nitrogen retention. **Poultry Science**, v.75, p.589-594, 1996.

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

DAGHIR N.J. Broiler feeding and management in hot climates. In: DAGHIR N.J. (ed.). **Poultry production in hot climates**. CAB International, p.185-218, 1995.

DALE N.M. & FULLER H.L. Effects of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress. I. Dietary fat levels. **Poultry Science**, v.58, p.1529-1534, 1979.

DARRE M.J. & HARRISON P.C. Heart rate, blood pressure, cardiac output, and total peripheral resistance of single comb white leghorn hens during an acute exposure to 35°C ambient temperature. **Poultry Science**, v.66, p.541-547, 1987.

EDENS F.W. & SIEGEL H.S. Adrenal responses in high and low ACTH response lines of chickens during acute heat stress. **General and Comparative Endocrinology**, v.25, p.64-73, 1975.

ERNST R.A. Housing for improved performance in hot climates. In: DAGHIR N.J. (ed.). **Poultry production in hot climates**. CAB International, p.67-99, 1995.

FARIA FILHO D.E. **Efeito de dietas com baixo teor protéico, formuladas usando o conceito de proteína ideal, para frangos de corte criados em temperaturas fria, termoneutra e quente.** 2003. 85f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

FARIA FILHO D.E. **Aspectos produtivos, metabólicos, econômicos e ambientais da nutrição protéica para frangos expostos ao calor.** 2006. 73f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

FURLAN R.L. & MACARI M. Termorregulação. In: MACARI M., FURLAN R.L., GONZALES E. (ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte.** 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, p 209-228, 2002.

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

GLOSSARY OF TERMS FOR THERMAL PHYSIOLOGY. IUPS Thermal Commission. **The Japanese Journal of Physiology**, v.51, p.245–280, 2001.

HAR L., RONG D., ZHANG Z.Y. The effect of thermal environment on the digestion of broilers. **Animal Physiology**, v.83, p.57-64, 2000.

KETELAARS E.H., VERBRUGGE M., VAN DER HEL W. Effect of intermittent lighting on performance and energy metabolism of broilers. **Poultry Science**, v.65, p.2208-2213, 1986.

LOTT B.D. The effect of feed intake on body temperature and water consumption of male broilers during heat exposure. **Poultry Science**, v.70, p.756-759, 1991.

MAY J.D. Ability of broilers to resist heat following neonatal exposure to high environmental temperature. **Poultry Science**, v.74, p.1905-1907, 1995.

MAY J.D., DEATON J.W., REECE F.N., BRANTON S.L. Effect of acclimation and heat stress on thyroid hormone concentration. **Poultry Science**, v.65, p.1211-1213, 1986.

MERAT P. Potential usefulness of the *Na* (Naked Neck) gene in poultry production. **World's Poultry Science Journal**, v.42, p.124-142, 1986.

NICHELMANN M. & TZSCHENTKE B. Ontogeny of thermoregulation in precocial birds. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.131, p.751-763, 2002.

OHTANI S. & LEESON S. The effect of intermittent lighting on metabolizable energy intake and heat production of male broilers. **Poultry Science**, v.79, p.167-171, 2000.

RUDAS P. & PETHES G. The importance of peripheral thyroid hormone deiodination in adaptation to ambient temperature in the chicken (*Gallus domesticus*). **Comparative Biochemistry Physiology**, v.77, p.567-571, 1984.

SAKOMURA N.K., LONGO F.A., OVIEDO-RANDÓN E., BOA-VIAGEM C., FERRAUDO A. Modeling energy utilization and growth parameter description for broiler chickens. **Poultry Science**, v.84, p.1363-1369, 2005.

TAKAHASHI H., IIGO M., ANDO K., TACHIBANA T., DENBOW M., FURUSE M. Regulation of body temperature by thyrotropin-releasing hormone in neonatal chicks. **Developmental Brain Research**, v.157, p.58– 64, 2005.

TZSCHENTKE B. & PLAGEMANN A. imprinting and critical periods in early development. **World's Poultry Science Journal**, v.62, p.626-637, 2006.

UNI Z., GAL-GARBER O., GEYRA A., SKLAN D., YAHAV S. Changes in growth and function of chick small intestine epithelium due to early thermal conditioning. **Poultry Science**, v.80, p.438-445, 2001.

URBANO T. **Níveis de inclusão de óleo de soja na ração de frangos de corte criados em temperaturas termoneutra e quente.** 2006. 60f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2005.

WANG S. & EDENS F.W. Heat conditioning induces heat shock proteins in broiler chickens and turkey poults. **Poultry Science**, v.77, p.636-45, 1998.

WIERNUSZ C.J., & TEETER R.G. Acclimation effects on fed and fasted broiler thermotolerance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. **British Poultry Science**, v.37, p.677-687, 1996.

YAHAV S. & HURWITZ S. Induction of thermotolerance in male broiler chickens by temperature conditioning at an early age. **Poultry Science**, v.75, p.402-406, 1996.

YAHAV S & McMURTRY J. P. Thermotolerance acquisition in broiler chickens by temperature conditioning early in life – the effect of timing and ambient temperature. **Poultry Science**, v.80, p.1662-1666, 2001.

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

YAHAV S., SHAMAY A., HOREV G., BAR-ILAN D., GENINA O., FRIEDMAN-EINAT M. Effect of acquisition of improved thermotolerance on the induction of heat shock proteins in broiler chickens. **Poultry Science**, v.76, p.1428-1434, 1997.

ZHOU W. T., FUJITA M., ITO T., YAMAMOTO S. Effects of early heat exposure on thermoregulatory responses and blood viscosity of broilers prior to marketing. **British Poultry Science**, v.38, p.301-306, 1997.

ZULKIFLI I., CHE NORMA M.T., ISRAF D.A., OMAR A.R. The effect of early age feed restriction on subsequent response to high environmental temperatures in female broiler chickens. **Poultry Science**, v.79, p.1401-7, 2000.