

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE<sup>1</sup>

CHRISTINE LAGANÁ<sup>2</sup>, ANDREA MACHADO LEAL RIBEIRO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 13/07/06. Aceito para publicação em 18/12/06.

<sup>2</sup>Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Leste Paulista, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Caixa postal 01, CEP 13910-000, Monte Alegre do Sul, SP, Brasil. E-mail: [christine@apta regional.sp.gov.br](mailto:christine@apta regional.sp.gov.br)

<sup>3</sup>Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 7712, Caixa postal 15.100, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil.

RESUMO: A temperatura ambiente exerce grande influência no consumo de ração e com isto, afeta diretamente o ganho de peso e a conversão alimentar. A primeira resposta da ave ao estresse por calor é o decréscimo no consumo de alimentos, ou seja, a perda do apetite, deixando de receber os nutrientes essenciais para a produção e o seu bem-estar. Aumentos na proteína e na energia da dieta, para compensar a redução no consumo são freqüentemente recomendados no estresse por calor. Essa revisão traz de forma resumida algumas estratégias, principalmente no que se refere ao uso de gordura e proteína da dieta, utilizadas nos últimos anos, na tentativa de minimizar os efeitos do estresse por calor na produtividade de frangos de corte.

Palavras-chave: estresse por calor, frango de corte, gordura, proteína.

#### *HEAT INFLUENCE IN THE BROILER DIETS*

ABSTRACT: The room temperature plays great influence in feed consumption and with this, the weight gain and the alimentary conversion is directly affects. The first reply of the bird to heat stress is the decrease in consumption, or either, the loss of the appetite, not receiving the essential nutrients for the production and its well fare. Increases in the protein and the energy of case of diet, to balance the reduction in the consumption are frequently recommended in heat stress. This revision brings up in a short term, some strategies, mainly for the fat and protein use in diet, used in the last years, in attempt to minimize the effects of heat stress in poultry development.

Key words: heat stress, poultry, fat, protein.

#### INTRODUÇÃO

O Brasil está atualmente na segunda posição no "ranking" mundial de produção de carne de frango e em termos de receitas cambiais, passou em 2003 a ser o maior exportador mundial de frangos (UBA, 2004), posição esta conquistada com adoção de tecnologias modernas ao longo das últimas décadas. Em termos de competitividade e qualidade, o país produz hoje o frango mais barato do mundo e o de melhor qualidade.

O frango de corte é um animal doméstico geneticamente aprimorado para rápido crescimento, com o mais eficiente desempenho que se conhece. Com os avanços da genética e da nutrição voltados para um crescimento rápido, com máxima deposição protéica, principalmente de peito e coxa, melhor utilização dos nutrientes da dieta e boas conversões alimentares, o metabolismo das aves continuou deficiente para enfrentar grandes desafios das altas temperaturas.

Altas temperaturas prevalecem na maioria das regiões brasileiras durante a maior parte do ano e, para manter a posição obtida em escala de produção e exportação, torna-se relevante que o estímulo às novas pesquisas e informações técnicas sejam melhor detalhadas, na determinação da otimização da criação nestas condições de estresse por calor.

Sabemos que a maior parte das linhagens de frango modernas foram geneticamente melhoradas para as exigências de países temperados. A extensão da escala comercial destas linhagens para países tropicais e semitropicais criou a necessidade de reavaliar suas exigências nutricionais de forma a permiti-las executar satisfatoriamente seu máximo desempenho em altas temperaturas ambientais.

## METODOLOGIA

Técnica empregada: Revisão sistemática da literatura, que consiste na aplicação de estratégias científicas que limitem vieses para a reunião sistemática, apreciação crítica e síntese de todos os estudos relevantes no período estudado. Não se realizou a metanálise, ou seja, a revisão sistemática quantitativa que emprega métodos estatísticos para combinar e resumir os resultados de vários estudos.

### O ambiente: temperatura e umidade

O maior problema nas áreas tropicais quentes é a alta umidade relativa do ar. Esse excesso impossibilita que a ave elimine calor através da respiração.

O ambiente pode ser definido como a soma dos impactos biológicos e físicos. No aspecto físico, a temperatura assume um papel importante porque na maioria dos casos as aves domésticas estão confinadas, proporcionando pouca margem de manobra para ajustes comportamentais necessários para a manutenção da homeostase térmica (MACARI *et al.*, 2004).

Na fase inicial, estudos mostraram que flutuações de temperatura ambiente não superiores a 6 °C não têm influência no desempenho de frangos, mas flutuações acima de 10 °C podem interferir em seu desempenho. Atualmente, por causa do melhoramento genético dos frangos de corte que priorizou uma maior taxa de crescimento, as flutuações de

temperatura ambiente estão relacionadas com o aparecimento de doenças metabólicas, como ascite e síndrome da morte súbita (MACARI e GONZALES, 1990).

Quando a temperatura ambiental alcança 25 °C, essa temperatura acarreta em ofego pela ave. Estando a temperatura e a umidade relativa altas, a ave não consegue respirar suficientemente rápido para remover todo calor que precisa dissipar de seu corpo. Conseqüentemente, com a umidade relativa muito alta, a ave não suporta a mesma temperatura ambiental, afetando o intercâmbio térmico, e a temperatura corporal pode elevar-se, ocorrendo prostração e morte, quando ela alcançar 47 °C, que é o limite máximo fisiológico vital da ave (NÄÄS, 1994 e RUTZ, 1994). Isto é mais preocupante à medida que a ave se torna mais velha, especialmente nas linhagens mais pesadas, pois a área superficial necessária para a dissipação de calor, diminui proporcionalmente, com a idade e com o peso corporal.

A umidade relativa (UR) é raramente incluída como uma variável experimental ou medida mesmo para fins informativos, e o fato de que aumentos em sua escala possam agravar o estresse pelo calor é negligenciado. YAHAV *et al.* (1995) relataram diferenças nas respostas de frangos de quatro a oito semanas e perus submetidos à UR de 40 a 45%, 50 a 55%, 60 a 65%, e 70 a 75% numa temperatura ambiental de 35 °C. A taxa de crescimento máxima dos frangos ocorreu numa UR de 60 a 65%, enquanto que a de perus se deu em uma UR de 50 a 55%. Relatos indicam que fatores tais como a cobertura de pena, o sexo, a idade da ave, o grau de aclimação e as espécies das aves podem interagir com a UR ao definir as respostas das aves domésticas às altas temperaturas ambientais (BALNAVE, 2004).

Podemos definir conforto térmico (zona de conforto) como sendo uma faixa de temperatura ambiente onde a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menos gasto energético. Assim, na zona de conforto térmico, a fração de energia utilizada para termogênese é mínima e a energia para produção é máxima. No entanto, como a termotolerância da ave varia em função da idade, fica implícito que a zona de conforto é variável em função da idade/peso do animal. Assim, em pintos de um a sete dias de vida, a zona de conforto está entre 31 e 33°C, diminuindo para 21 a 23°C na idade de 35 a 42 dias, considerando a umidade do ar entre 65 e 70% (MACARI, 2001). Na situação de conforto térmico há constância do meio in-

terno e os sistemas homeostáticos controladores estão atuando com menor gasto de energia.

À medida que a temperatura ambiente e/ou a umidade relativa se elevam acima da zona termoneutra, a capacidade das aves de dissipar calor diminui. Em consequência disso, a temperatura corporal da ave sobe e logo aparecem sintomas do estresse por calor. Quando expostas ao estresse por calor, todos os tipos de aves respondem pela diminuição na ingestão de alimentos. A redução de consumo alimentar diminui os substratos metabólicos ou combustíveis disponíveis para o metabolismo, desta forma reduzindo a produção de calor (BELAY e TEETER, 1993).

### Estresse por calor

Existem diferentes tipos de agentes capazes de levar os animais a um estado caracterizado como de estresse. Estes agentes são de naturezas diversas, como mecânicos (traumatismo, contenção, cirúrgicos), físicos (calor, frio, som), químicos (utilização de drogas para tratamento de doenças e estimulação de crescimento e da produção), biológicos (estado de nutrição, agentes patológicos) e psicológicos (mudança de ambiente e de manejo), além dos estressores de origem social, como hierarquia ou dominância entre os grupos de animais (BACCARI, 1998).

Quando uma ave é exposta a um agente estressor físico ou psicológico, o sistema nervoso simpático é ativado e isto resulta em um aumento das frequências respiratória e cardíaca e na redistribuição do suprimento de sangue para os órgãos centrais, ou seja, o organismo está preparado para a "fuga". Dentro de poucos segundos, estes efeitos são potencializados e prolongados pela liberação de epinefrina (adrenalina) e norepinefrina (noradrenalina) na corrente sanguínea pela glândula adrenal. Algum tempo depois, a mesma glândula também libera a corticosterona (o hormônio do estresse), que age com o objetivo de aumentar o suprimento de energia do organismo. Mesmo sabendo que em um curto espaço de tempo estas respostas são benéficas, permitindo que o animal suporte eficientemente o estresse, a secreção de corticosterona associada a um estresse persistente gera um grande número de efeitos prejudiciais ao animal. Dentre eles podem ser citados os distúrbios no sistema imune, as úlceras gástricas e as altera-

ções na secreção de outros hormônios que regulam o crescimento e a reprodução (ELROM, 2000; MENCH, 2002).

Se situações de desconforto térmico acontecem no pré-abate, o metabolismo *post mortem* e as características de carne são afetados. O estresse pré-abate pode ter consequências negativas na qualidade da carne, aumentando, inclusive, o risco de incidência de PSE ("pale, soft, exudative" - pálida, mole, exudativa) e DFD ("dark, firm, dry" - escura, dura e seca) nas carcaças (BRESSAN *et al.*, 2003).

O manejo pré-abate e o transporte são estressantes para as aves. A falta de ventilação para as aves que estão localizadas nas gaiolas do centro da carga. O caminhão pode causar calor e hipertermia para as aves das gaiolas nas extremidades da carga, pode causar frio, provocando estresse e mudanças fisiológicas no pré-abate, assim como, mudanças bioquímicas no *post mortem* (BRESSAN *et al.*, 2003).

Segundo TEETER e SMITH (1986) todas as espécies de aves experimentam estresse por calor na combinação de umidade relativa e temperatura ambiente altas, fora da zona de conforto. Com o incremento destes dois parâmetros, a habilidade das aves em dissipar calor é muito reduzida.

Os avanços tecnológicos, especialmente na genética e na nutrição, têm feito com que o frango de corte atual tenha uma taxa de crescimento corporal alta, o que determina um aumento na demanda sanguínea tecidual, devido a alta taxa metabólica. Entretanto, o sistema cárdio-respiratório tem sido ineficiente para oxigenar devidamente toda a massa muscular, determinado assim transtorno em diversos órgãos (MACARI *et al.*, 2004).

A queda na produção geralmente progride com a idade sendo que o frango diminui sua capacidade em lidar com uma soma de processos gerados pelo calor. O ganho de peso corporal diminui o conteúdo de gordura aumenta, enquanto que a umidade e a proteína diminuem (LAGANÁ, 2005) constatou pior conversão alimentar para aves de 21 a 42 dias, submetidas a temperaturas variando ciclicamente de 25 a 32°C, quando comparadas com as aves em microclima estável de 25°C. Estas mudanças resultam de inúmeras alterações físicas e metabólicas do frango, para se adaptar e sobreviver.

O termo estresse por calor tem diferentes conotações nas diversas regiões do mundo. Em países tropicais, as temperaturas ambientais podem permanecer elevadas por períodos de tempo prolongados. Em regiões temperadas, curtos períodos agudos de estresse por calor pode ser o problema principal. Baseado nos resultados de muitos estudos foi visto que o estresse por calor começa a ocorrer quando a temperatura ambiental passa de 25 °C, se a ave foi aclimatada a uma temperatura baixa. Entretanto, em muitas regiões do mundo, as temperaturas abaixo de 32 °C não são consideradas opressivas porque a ave tem seu limite de tolerância ao calor mais alto, devido à aclimação. A temperatura em que as aves domésticas encontrarão o estresse por calor será mais baixa no exemplo das aves mantidas normalmente em um ambiente temperado, comparadas às aves mantidas normalmente em um ambiente semitropical ou tropical. As aves adaptam-se melhor a uma temperatura máxima de elevação diária quando a temperatura da noite cai a 25 °C ou menos, porque podem recuperar-se do estresse sofrido durante o dia (BALNAVE, 2004).

O tempo que as aves domésticas necessitam para aclimatar-se a um aumento na temperatura foi relatado em alguns estudos (BALNAVE, 2004) e é certo que o histórico ambiental da ave influencia sua capacidade de sobreviver frente ao estresse por calor agudo. Esse fenômeno é chamado aclimação.

### Efeitos do estresse por calor no consumo de alimento e de água

Drásticas diminuições no consumo de alimento e no crescimento foram relatadas em frangos mantidos sob estresse por calor (Howlider e Rose, 1987) e a eficiência alimentar pode ser reduzida significativamente (PLAVNIK e YAHAV, 1998).

BONNET *et al.* (1997) concluíram que a redução no ganho de peso em aves submetidas ao estresse por calor foi de 50% em relação às aves mantidas em condições de termoneutralidade.

PLAVNIK e YAHAV (1998) observaram em frangos uma redução progressiva do peso, de ganho de peso, de ingestão de alimento e eficiência alimentar quando foram submetidos a aumentos de temperatura ambiental. Após duas semanas de exposição crônica ao calor, a ingestão de alimento diminuiu mais de 3% por cada aumento de um grau entre 22 e 32°C BONNET *et al.* (1997).

MACARI (2001) comentou que durante a noite as condições de manutenção da normotermia são mais favoráveis para os frangos, sendo que isto favorece os mecanismos de ingestão de alimento pelas aves. No decorrer do dia, com o aumento da temperatura ambiente, as aves entram em processo de hipertermia, com redução do apetite e, conseqüentemente, com redução na ingestão de ração.

Uma ave sofre estresse por calor quando produz mais calor do que pode dissipar. Para ajustar-se, reduz o consumo de alimento e sua produção diminui. Quando a temperatura ambiental se aproxima da temperatura da ave, a dissipação de calor é reduzida e, com ela, a exigência energética. Nestas condições, ao satisfazer as exigências energéticas, a ave pode não consumir os demais nutrientes, em quantidades suficientes, conseqüentemente, existirá uma queda na produção de ovos e no ganho de peso. No início do período de estresse, o consumo permanece constante. Desta forma, o máximo efeito termogênico do alimento irá coincidir com o período de máximo estresse.

Para que as aves consigam sobreviver ao estresse pelo calor, reduzem a ingestão de alimentos, na tentativa de reduzir a produção de calor endógeno. TEETER *et al.* (1984) avaliaram o efeito direto do aumento do consumo alimentar em frangos submetidos ao estresse pelo calor. Naquele experimento, as aves foram submetidas à alimentação forçada, em níveis iguais às aves mantidas em ambiente termoneuro e alimentadas *ad libitum*. Foi verificado que a alimentação forçada das aves, até os níveis observados para os controles, aumentou o ganho de peso em 17%. Entretanto, a sobrevivência reduziu-se em 14%. Esses dados mostram que não é interessante a alimentação das aves durante um período em que a produção de calor não pode ser dissipada, tendo em vista que as aves não conseguem eliminar a carga adicional de calor, ocorrendo aumento na mortalidade.

Aves expostas a altas temperaturas, imediatamente aumentam o consumo de água (VIOLA, 2003). A sobrevivência em ambientes de estresse por calor depende em grande parte do consumo de água. O consumo de água para aves estressadas dobra em relação às aves mantidas em temperaturas mais amenas (BONNET *et al.*, 1997).

O acréscimo do consumo de água está diretamente relacionado ao aumento da demanda de água

destinada ao processo de perda de calor por meios evaporativos. Em condições de estresse por calor, a água tem papel fundamental nos mecanismos de perda de calor, através do processo evaporativo respiratório.

Segundo MACARI (1996), a troca de água no organismo das aves, é tanto maior quanto menor é a ave. Isto implica no fato de que aves jovens também podem sofrer pelo calor, pois estão mais expostas à desidratação que as aves maiores. No caso da exposição a 35 °C por quatro horas, pintos de sete dias perderam 12% de peso corporal, enquanto que frangos com 42 dias perderam 4 a 5% de seu peso corporal.

### Calor x Digestibilidade

A redução na digestibilidade do alimento pode contribuir para diminuição nas quantidades de nutrientes disponíveis para o crescimento (BONNET *et al.*, 1997 e HAI *et al.*, 2000).

Durante o estresse por calor há redução na eficiência da utilização dos alimentos. Esta redução pode ser devida à digestibilidade alimentar mais baixa, primeira etapa da utilização do alimento. Assim, ocorre redução de eficiência do uso do alimento, tendo por resultado uma relação de conversão geralmente mais elevada nos frangos expostos ao calor.

Igualando o consumo, GERAERT *et al.* (1996) mostraram que aves submetidas ao estresse por calor tiveram metade da redução do crescimento justificada pelo efeito direto da alta temperatura e outra metade da redução explicada pela diminuição da utilização dos nutrientes, pelo aumento da produção do calor, pela redução na retenção de proteína, e pelo aumento na deposição de gordura.

Submetendo frangos de corte a estresse crônico por calor a 32°C e utilizando a técnica "pair-feeding", ou seja, consumo pareado, BONNET *et al.* (1997) relataram que as digestibilidades da matéria seca, proteína, gordura e do amido foram menores nas aves em estresse por calor quando comparadas com aves expostas a temperatura de 22°C. O decréscimo foi mais acentuado nos tratamentos em que foi fornecida dieta verão do que naqueles em que foi fornecida a dieta controle (4,7% vs 3,8% de gordura). A digestibilidade da gordura diminuiu com

a dieta verão, independentemente do ambiente. Os autores atribuíram isto ao fato da dieta verão conter 20% de gordura animal, do total de gordura da dieta, favorecendo um aumento na relação de ácidos graxos saturados e insaturados. A dieta verão, segundo os autores, também promoveu um decréscimo na digestibilidade da proteína no ambiente quente. ZUPRIZAL *et al.* (1993) também observaram um decréscimo na digestibilidade da proteína quando utilizaram ingredientes diferentes de milho e soja. Os autores concluíram que a diminuição na digestibilidade da proteína pode ocorrer em função da qualidade da proteína e, segundo BONNET *et al.* (1997), devido à complexidade da matéria prima que compôs a dieta.

WALLIS e BALNAVE (1984) relataram em estudos sobre a digestibilidade da proteína em ambientes quentes que o calor influenciou negativamente a digestibilidade da metionina, mas não notaram redução na digestibilidade da lisina.

A retenção de minerais foi diminuída sob circunstâncias quentes (SMITH e TEETER, 1987). Além destes efeitos em nutrientes específicos, o tamanho gastrointestinal foi reduzido em galinhas expostas ao calor (MITCHELL e CARLISLE, 1992 e BONNET *et al.*, 1997). SAVORY (1986) relatou pesos mais baixos de proventrículo e moela em perus estressados pelo calor. Isto, segundo o autor, pode explicar parte da redução na digestibilidade da proteína.

O tempo de retenção pelo trato digestório pode ser influenciado por uma série de fatores entre eles a consistência do alimento, a dureza, o tamanho das partículas, o estado alimentar e o conteúdo de água no alimento. A ração é o fator mais importante que afeta o trânsito gastrointestinal. O alimento pode conter qualitativamente ou quantitativamente diferentes carboidratos, proteínas e gorduras que podem alterar o tempo de retenção e, com isso, influenciar a eficiência da digestão e absorção dos nutrientes (FURLAN e MACARI, 2002). MAY *et al.* (1986) e MAY *et al.* (1988) observaram efeito da variação da temperatura sobre o tempo de retenção de alimento no papo e na moela de frangos submetidos a temperaturas médias mais altas. Segundo BONNET *et al.* (1997), o aumento significativo no consumo de água, em aves expostas a 32 °C, pode influenciar a absorção de nutrientes pelo aumento na taxa de passagem dos alimentos.

Experimentos foram conduzidos por HAI *et al.*

(2000) para determinar o efeito do ambiente na digestão de frangos. Aves foram expostas a três temperaturas (5, 21 e 32 °C), e a uma umidade relativa de 60%. Verificou-se que a quantidade de quimo no trato digestório diminuiu no frio e aumentou no calor quando comparado com o ambiente termoneutro (20 °C). Os autores relataram que as atividades das enzimas digestivas pancreáticas tripsina, quimotripsina e da amilase foram reduzidas em altas temperaturas (32 °C) e não foram influenciadas no ambiente frio (5 °C).

### Calor x Energia da Dieta

A energia necessária ao máximo desempenho das aves é fornecida a partir de vários ingredientes presentes nas rações, sendo os mais importantes os grãos de cereais (milho, sorgo), óleos vegetais e gordura animal (FURLAN *et al.*, 2002).

As exigências de energia para manutenção decrescem com o aumento da temperatura e as aves precisam ingerir menos para satisfazer suas necessidades energéticas (DAGHIR, 1995). Contudo, esta relação é verdadeira somente dentro da zona termoneutra onde em temperaturas mais baixas há aumento no consumo e em altas temperaturas redução no consumo de alimento. Acima de 30 °C, o consumo decresce rapidamente e as exigências energéticas aumentam, devido à necessidade das aves eliminarem calor. Portanto, esse menor consumo de alimento e o gasto de energia para manutenção da homeostase térmica levam a redução no desempenho das aves criadas em altas temperaturas (FURLAN *et al.*, 2002).

BERTECHINI *et al.* (1991) observaram que frangos mantidos em diferentes temperaturas ambiente (17,1°C, 22,2°C, e 27,9°C), recebendo dietas com 2800, 3000 e 3200kcal EM kg<sup>-1</sup>, reduziram o consumo de ração e, conseqüentemente, o ganho de peso, à medida que a temperatura foi elevada. Os autores concluíram que para todas as temperaturas estudadas, quanto maior a energia metabolizável da ração, maior é o ganho de peso.

O consumo de energia é o fator mais importante que limita o desempenho das aves submetidas a altas temperaturas. A concentração de energia na dieta deve ser ajustada para permitir a redução no consumo de dieta em temperaturas mais altas. O consumo de ração se altera em aproximadamente

1,72% para cada 1 °C de variação na temperatura ambiental entre 18 e 32 °C. No entanto, a queda é mais rápida (5% para cada 1 °C) quando a temperatura sobe para 32 e 38 °C. PLAVNIK (2003) observou que o consumo de ração aumentou em 17% com a suplementação de 5% de gordura em aves sob estresse por calor, porque a gordura aumenta a palatabilidade. O autor ainda recomenda gorduras e óleos com ácidos graxos saturados, aumentando o valor energético em 10% durante o estresse por calor. SUMMERS *et al.* (1985), determinaram que um aumento da densidade nutricional leva a melhora do crescimento e da eficiência alimentar em perus e frangos.

RIBEIRO e LAGANÁ (2002) sugerem que o aumento na densidade energética seja implementado substituindo carboidratos por gordura. As autoras comentam que o uso de gordura no lugar de carboidrato justifica-se pelo fato da primeira, entre todos os nutrientes, ter o menor incremento de calor (9%). No entanto, a adição de gorduras está associada a um maior consumo de calorias, e, portanto, no computo final, maior produção de calor. Neste sentido, BELAY *et al.* (1993) observaram que as taxas de mortalidade foram maiores com o aumento da energia da dieta.

DALE e FULLER (1980) observaram efeitos menos adversos das altas temperaturas sobre o ganho quando 27,5% da EM foi suprida por gordura. Os mesmos autores constataram que quando impostas a estresse cíclico pelo calor, a taxa de crescimento das aves é melhorada devido à gordura adicionada na ração. O mesmo não aconteceu quando as aves foram submetidas a estresse crônico onde os resultados não mostraram que seja benéfico adicionar gordura. Os autores também observaram que, embora não significativo, o uso de dietas para frangos estressados pelo calor, com altos níveis de gordura tiveram tendência a apresentar melhores resultados em ganho de peso do que dietas com altas taxas de carboidratos.

WIERNURSZ e TEETER (1993) comparando o efeito do balanço térmico de frangos durante o estresse por calor e a termoneutralidade, relataram que a produção de calor aumenta 44% quando a ingestão de alimento subiu de 0 a 9% do peso corporal da ave. Desta forma, os autores concluíram que dietas que produzem menos calor por kcal de EM consumida devem ser preferidas no estresse por calor.

O aumento do nível energético na dieta alivia o estresse por calor reduzindo o “trabalho” do consumo alimentar e sua realização (WIERNUSZ e TEETER, 1993).

WARPECHOWSKI *et al.* (2004), estudando a utilização metabólica da energia e a produção de calor em frangos alimentados com dietas com níveis altos (9,5%) e normais (2,4%) de gordura, a 24 °C, encontraram coeficiente respiratório maior para dietas normais, mas não encontraram outros efeitos da dieta no ganho de peso ou nas variáveis relacionadas com a produção de calor (produção total de calor, atividade de produção de calor e eficiência térmica do alimento).

### Calor x Proteína da dieta

A manipulação de proteína e aminoácidos em dietas de frangos estressados pelo calor é um assunto que tem gerado muitas controvérsias. Duas estratégias opostas podem ser usadas para aliviar os efeitos do estresse por calor no crescimento. A primeira constitui-se no uso de dietas com baixa proteína para limitar o incremento calórico. Neste sentido, alguns autores recomendam diminuir proteína dietética com suplementação de aminoácidos essenciais (AUSTIC, 1985 e CHENG *et al.*, 1997). A segunda, conforme TEMIM *et al.* (2000), recomenda o uso de dietas com alta proteína para compensar o menor consumo alimentar causado pelo calor. Estes pesquisadores, utilizando dietas que variaram de 10 a 33% de proteína bruta (PB), observaram que dietas com 28 e 33% de PB resultaram em índices melhores de ganho de peso e conversão alimentar do que dietas com 20% de PB, no calor contínuo de 32 °C, em frangos de quatro a seis semanas de idade. No entanto, é importante lembrar que este aumento só pode vir de fontes protéicas altamente digestíveis. Aumentar proteína da dieta através de ingredientes de baixa digestibilidade, somente favorecerá maior incremento calórico com conseqüente piora no quadro de estresse por calor.

A queda do desempenho devido a temperaturas elevadas não foi solucionada com elevação do nível de proteína na dieta, a fim de se compensar a diminuição no consumo e na digestibilidade (SINURAT e BALNAVE, 1985). Por outro lado, ALLEMAN e LECLERCQ (1997) observaram que a redução do nível de proteína bruta, com concomitante suplementação de aminoácidos essenciais, balanceia e minimiza o in-

cremento calórico devido à eliminação de excesso de nitrogênio. Todavia, a resposta a temperaturas elevadas parece piorar.

No que se refere à digestibilidade de aminoácidos, os resultados das pesquisas são controversos. BALNAVE (2004) ressaltou que a grande dificuldade no que se refere aos estudos de dietas para estresse por calor, está relacionada às especificações dietéticas dos aminoácidos. As estimativas existentes de exigências de aminoácidos para aves domésticas, com poucas exceções, foram derivadas usando aves saudáveis, alimentadas com dietas nutritivamente adequadas, para ambientes termoneutros. Nesta situação, os excessos ou os desequilíbrios dos aminoácidos não são geralmente um problema, à exceção de uma possível ligeira redução no desempenho. Entretanto, em temperaturas de estresse por calor, o catabolismo do excesso de aminoácidos, associado à maior produção de calor, que pode acompanhar dietas com balanço incorreto de aminoácidos, podem adicionar ao estresse por calor sérios impactos na sobrevivência e desempenho das aves. Não obstante, em altas temperaturas é provável que seja mais importante a formulação de dietas com balanço correto dos aminoácidos do que em temperaturas termoneutras. Os relatos de BRAKE *et al.* (1998) e GERAERT (1998) indicaram que o balanço correto de aminoácidos para temperaturas termoneutras não é necessariamente aplicável em temperaturas de estresse por calor.

WALDROUP (1982) e AUSTIC (1985), entre outros, recomendaram uma redução na proteína dietética, com suplemento apropriado de aminoácidos essenciais, como meio de reduzir o incremento calórico da alimentação durante o estresse por calor. Entretanto, CHENG *et al.* (1997), alojando frangos de corte de 21 a 42 dias de idade, em ambientes com temperaturas variando de 21,1 °C até 35 °C testaram diferentes níveis de proteína (16% a 24%) e diferentes suplementações de aminoácidos (de 90 a 110% da recomendação do NRC (1994)). Os autores concluíram que para ambientes com temperaturas acima de 26 °C, dietas com proteína abaixo de 20% beneficiam o desempenho das aves não havendo, contudo efeito significativo para a suplementação de aminoácidos.

CELLA *et al.* (2001) constataram que frangos de 1 a 21 dias exigem 1,4% de lisina total, quando mantidos em ambiente termoneutro e 1,285%, quando expostos a altas temperaturas (33,5°C) .

MILTENBURG (1999) sugeriu que as dietas devam ser formuladas com aminoácidos digestíveis, seguindo o princípio da proteína ideal. Com isso, impede uma sobrecarga no metabolismo protéico. A oxidação do excesso de proteína ou de aminoácido gera calor metabólico (PLAVNIK, 2003).

Um aspecto importante é o antagonismo lisina-arginina e suas relações com o balanço eletrolítico da dieta. A lisina altera a utilização da arginina nas aves por aumentar a degradação, via atividade da arginase renal. Assim, aumenta a perda urinária da arginina, devido à competição dos dois aminoácidos pela reabsorção nos túbulos renais (FURLAN *et al.*, 2002). Em condições de temperatura normal, a relação arginina:lisina (Arg:Lis) recomendada é de 1,1:1 (NRC, 1994) ou de 1,12:1 (MACK *et al.*, 1999), com base em aminoácidos totais e 1,08:1 (ROSTAGNO *et al.*, 2000), quando apresentada com base em aminoácidos digestíveis verdadeiros.

BRAKE *et al.* (1998) relataram que frangos expostos a altas temperaturas, depois de 21 dias de idade, requereram relações dietéticas mais elevadas de Arg:Lis do que as recomendadas para circunstâncias termoneutras, a fim otimizar o desempenho. Uma estratégia, baseada no aumento da relação Arg:Lis foi proposta por BALNAVE (2004). A suplementação com uma relação maior de Arg:Lis (1,35 vs 1,05) pareceu ter um enorme efeito na viabilidade durante o estresse por calor agudo e cíclico. BRAKE *et al.* (1998) concluíram que aumentando a relação Arg:Lis durante o estresse por calor (cíclico ou constante) melhora consistentemente a eficiência alimentar sem perdas no crescimento.

SINURAT e BALNAVE (1985) fizeram um estudo em que frangos de 22 a 44 dias, em ambiente com temperatura diurna de 35°C, foram alimentados com quatro dietas que variaram na proporção de aminoácidos. Os resultados mostraram que aves com consumo à vontade, com livre escolha, preferiram dieta com relação Arg:Lis de 1,32:1 em relação a dieta com relação 1,25:1. Por outro lado, COSTA *et al.* (2001) estudaram o efeito da relação Arg:Lis digestível (95; 102,5; 110; 117,5; 125 e 132,5%) sobre o desempenho de frangos de corte criados em ambiente com temperatura variando entre 25 e 32 °C e não encontraram efeito significativo no aumento da relação Arg: Lis sobre o desempenho das aves.

BALNAVE e BRAKE (2002) mostraram que a relação Arg:Lis somente afeta o desempenho dos frangos a

32°C. A esta temperatura, o consumo, o ganho de peso e a conversão alimentar são otimizados em dietas com HMB de metionina utilizando a relação 1,35 de Arg:Lis. As dietas com DLM tenderam a otimizar o desempenho na relação 1,04 de Arg:Lis. Os autores comentaram que o consumo alimentar parece exercer um maior efeito no desempenho. Aos 32°C, aves alimentadas com dietas com HMB cresceram mais do que as aves alimentadas com DLM quando as dietas tiveram relação 1,35 de Arg:Lis. Os resultados daqueles estudos sugerem que a otimização da relação de Arg:Lis na dieta de frangos estressados pelo calor é dependente da origem da metionina utilizada na dieta.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que o estresse cíclico por calor afeta a produtividade de frangos de corte de maneira mais amena que as perdas relatadas pelo estresse crônico. Existem muitas estratégias nutricionais e não nutricionais para tentar reduzir os impactos do calor no frango de corte, mas é imperativo que um manejo mais cuidadoso se torna necessário para o frango atual.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEMAN, F.; LECLERCQ, B. Effect of dietary protein and environmental temperature on growth performance and water consumption of male broiler chickens. **British Poultry Science**, Oxfordshire, v.38, n.5, p. 607-610, 1997.
- AUSTIC, R. E. Feeding poultry in hot and cold climates. In: **Stress Physiology in Livestock**. Boca Raton: CRC, 1985. p.123-136.
- BACCARI, F.J. R. Manejo ambiental para produção de leite em climas quentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2., 1998, Goiânia. **Anais...** Goiânia : SBIOMET, 1998. p.136-161.
- BALNAVE, D.; BRAKE, J. Re-evaluation of the classical dietary arginine: lysine interaction for modern poultry diets: a review. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v.58, n.4, p.275-290, 2002.
- BALNAVE, D. Challenges of accurately defining the nutrient requirements of heat-stressed poultry. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n.1, p. 5-14, 2004.
- BELAY, T.K. et al. A detailed colostomy procedure and its application to quantify water and nitrogen balance and

- urine contribution to thermobalance in broilers exposed to thermoneutral and heat-distressed environments. **Poultry Science**, Champaign, v.72, n.2, p.106-115, 1993.
- BELAY, T.; TEETER, R. G. Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. **Poultry Science**, Champaign, v.72, n.2, p.116-124, 1993.
- BERTECHINI, A.G.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, M.A. Efeitos da temperatura ambiente e nível de energia da ração sobre o desempenho e a carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.3, n.1, p.219-229, 1991.
- BONNET, S. et al. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v.76, n.6, p.857-863, 1997.
- BRAKE, J.; BALNAVE, D.; DIBNER, J.J. Optimum dietary arginine: lysine ratio for broiler chickens is altered during heat stress in association with changes in intestinal uptake and dietary sodium chloride. **British Poultry Science**, Oxfordshire, v.39, n.5, p.639-647, 1998.
- BRESSAN, C. et al. Como diminuir o estresse causado pela apanha, transporte e abate visando o bem-estar de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2003. p.255-268.
- CELLA, P.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.T.M. Níveis de lisina mantendo a relação aminoacídica para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade, em diferentes ambientes térmicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.2, p.433-439, 2001.
- CHENG, T.K.; HAMRE, M.L.; COON, C.N. Effect of environmental temperature, dietary protein and energy levels on broiler performance. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 6, n.1, p.1-17, 1997.
- COSTA, F.G.P. et al. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.4, p.1498-1505, 2001.
- DAGHIR, N.J. **Poultry production in hot climates**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 303 p.
- DALE N.M.; FULLER, H.L. Effect of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress. II. constant x cycling temperatures. **Poultry Science**, Champaign, v. 59, n.9, p.1431-1441, 1980.
- ELROM, K. Handling and transportation of broilers: welfare, stress, fear and meat quality. **Israel Journal of Veterinary Medicine**, Ranana, v. 56, n.1, p.1-11, 2000.
- FURLAN, R.L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNESP, 2002. p.209-230.
- FURLAN, R. L. et al. Equilíbrio Ácido-Básico. In: MACARI, M.; FURLAN R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNESP, 2002. p.51-74.
- 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**, Cambridge, v.75, n.2, p.195-204, 1996.
- GERAERT, P. A. Amino acid nutrition for poultry in hot conditions. In: AUSTRALIAN POULTRY SCIENCE SYMPOSIUM, 10., 1998, Sydney. **Proceedings...** Sydney: 1998. p.26-33.
- HAI, L.; RONG, D.; ZHANG, D.Z.Y. The effect of thermal environment on the digestion of broilers. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Verlag, v. 83, n.1, p.57-64, 2000.
- HOWLIDER, M.A.R.; ROSE, S.P. Temperature and the growth of broilers. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v.43, n.2, p.228-237, 1987.
- LAGANA, C. **Otimização da produção de frangos de corte em condições de estresse por calor**. 2005. 204 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- MACARI, M.; GONZALES, E. Fisiopatogenia da síndrome da morte súbita em frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1990., Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1990. p. 65-73.
- MACARI, M. **Água na avicultura industrial**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1996. 128p.
- MACARI, M. Estresse de calor em aves. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 686-716
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase

- térmica e controle de síndromes metabólicas. In: MENDES, A. A.; NAAS, I.A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA, 2004. p.137-156.
- MACK, S. et al. Ideal amino acid profile and dietary lysine specifications for broiler chickens of 20 to 40 days of age. **British Poultry Science**, Oxfordshire, v.40, n.2, p.257-263, 1999.
- MAY, J.D.; DEATON, J.W.; BRANTON, S.L. Environmental temperature effect on rate of passage of feed. **Poultry Science**, Champaign, v. 65, Supl.1, p.181, 1986. (Abstract).
- MAY, J.D. et al. Effect of environmental temperature and feeding regimen on quality of digestive tract contents of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 67, n.1, p.64-71, 1988.
- MENCH, J.A. Broiler breeders: feed restriction and welfare. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 58, n.1, p.23-29, 2002.
- MILTENBURG, G. Avicultura. **Avicultura Professional**, Bogotá, v.17, n.9, p.33-35, 1999.
- MITCHELL, M. A.; CARLISLE, A. J. The effect of chronic exposure to elevated environmental temperature on intestinal morphology and nutrient absorption in the domestic fowl (*Gallus domesticus*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, New York, v.101, n.1, p.137-142, 1992.
- NAAS, I.A. Aspectos físicos da construção no controle térmico do ambiente das instalações. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, 1994. p.111.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1994. 155 p.
- PLAVNIK, I.; YAHAV, S. Effect of environmental temperature on broiler chickens subjected to growth restriction at an early age. **Poultry Science**, Champaign, v.77, n.6, p.870-872, 1998.
- PLAVNIK, I. A contribuição da nutrição na criação de aves em climas quentes. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2003, p.235-246.
- RIBEIRO, A. M. L.; LAGANÁ C. Estratégias nutricionais para otimizar a produção de frangos de corte em altas temperaturas. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DOS NEGÓCIOS DA PECUÁRIA, 2002, Cuiabá. **Resumos...** Cuiabá: ENIPEC, 2002. 1 CD-ROM.
- ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos : composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2000. 141p.
- RUTZ, F. Aspectos fisiológicos que regulam o conforto térmico das aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, 1994. p.99-110.
- SAVORY, C. J. Feeding Behavior. In: BOORMAN, K.N.; FREEMAN, B. M. **Food intake regulation in Poultry**. Edinburgh: LTD, 1986. p.277-323.
- SINURAT, A.P.; BALNAVE, D. Effect of dietary amino acids and metabolizable energy on the performance of broilers kept at high temperatures. **British Poultry Science**, Oxfordshire, v. 26, n.1, p.117-128, 1985.
- SMITH, M. O.; TEETER, R. G. Potassium balance of the 5 to 8-week-old broiler exposed to constant heat of cycling high temperature stress and the effects of supplemental potassium chloride on body weight gain and feed efficiency. **Poultry Science**, Champaign, v. 66, n.3, p.487-492, 1987.
- SUMMERS, J.D. et al. Influence of dietary protein and energy on performance and carcass composition of heavy turkeys. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, n.10, p.1921-1933, 1985.
- TEETER, R.G.; SMITH, M.O.; MURRAY, E. Force feeding methodology and equipment for poultry. **Poultry Science**, Champaign, v. 63, n.4, p.573-575, 1984.
- TEETER, R.G.; SMITH, M.O. High chronic ambient temperature stress effects on broiler acid-base balance and their response to supplemental ammonium chloride, potassium chloride, and potassium carbonate. **Poultry Science**, Champaign, v. 65, n.11, p.1777-1781, 1986.
- TEMIM, S. et al. Does excess dietary protein improve growth performance and carcass characteristics in heat-exposed chickens? **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n.2, p.312-317, 2000.
- UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA: Relatório Anual (2003-2004). Brasília. Disponível em: <<http://www.uba.org.br/>>. Acesso em: 28 jun.2004.
- VIOLA, T.H. **A influencia da restrição da água no desempenho de frangos de corte**. 2003. 150f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

- WALDROUP, P.W. Influence of environmental temperature on protein and amino acid needs of poultry. **Federation Proceedings**, Oakland, v.41, n.12, p.2821-2823, 1982.
- WALLIS, I.R; BANALVE, D. The influence of environmental temperature, age and sex on the digestibility of amino acids in growing broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.25, n.3, p.401-407, 1984.
- WARPECHOWSKI, M.B. et al. Energy utilization and heat production in male broilers fed normal or high fat diets. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.6, n.1, 2004. (Errata prêmio Lammas)
- WIERNUSZ, C.J.; TEETER, R.G. Feeding effects on broiler thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. **Poultry Science**, Champaign, v.72, n.11, p.1917-1924, 1993.
- YAHAV, S. et al. Physiological responses of chickens and turkeys to relative humidity during exposure to high ambient temperature. **Journal Thermal Biology**, Southampton, v.20, n.3, p.245-253, 1995.
- ZUPRIZAL, M.; CHAGNEAU, A. M.; GERAERT, P.A. Influence of ambient temperature on true digestibility of protein and amino acids of rapeseed and soybean meals in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v.72, n.2, p.289-295, 1993.