

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

**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.**

**Daniel Emygdio de Faria Filho**  
Zootecnista

Jaboticabal - São Paulo - Brasil  
2003

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

**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.**

**Daniel Emygdio de Faria Filho**

**Prof. Dr. Renato Luis Furlan**

Dissertação de Mestrado, Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia, Mestrado.

Fevereiro - 2003  
Jaboticabal – SP

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**DANIEL EMYGDIO DE FARIA FILHO** - nascido em Ourinhos - SP, no dia 28 de dezembro de 1976. Em março de 1996 ingressou no curso de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal (FCAV-UNESP), concluindo em dezembro de 2000. Em março de 2001 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na FCAV-UNESP, sendo que em outubro de 2002 foi selecionado para o curso de Doutorado em Zootecnia na mesma instituição, para início em março de 2003. Em fevereiro de 2003 submeteu sua Dissertação de Mestrado a banca examinadora.

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

Ao meu orientador Renato, aos colegas de pós-graduação Adriano, Denise, Fabiano e Paulo e a minha noiva Mayra que sempre estiveram dispostos a ajudar e incentivar.

## **DEDICO E OFEREÇO**

A todos meus familiares

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Renato Luis Furlan, pela paciência, grande disposição em orientar e pelo exemplo como pessoa e como profissional.

A **todos** meus familiares pela grande ajuda e incentivo durante minha graduação e mestrado.

A minha noiva Mayra Fernanda Rizzo sempre me compreendeu, incentivou e ajudou.

As Professoras Nilva Kazue Sakomura e Vera Maria Barbosa de Moraes, pelas valiosas sugestões no exame de qualificação.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pela concessão da bolsa de estudo e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, pelo auxílio pesquisa e reserva técnica (Processo 01/13129-4).

Aos colegas da Graduação e Pós-Graduação, em especial, Adriano (Prof.), Oba, Antônio Laurentz, Brenda, Bruno Vieira, Cássia Yonemura, Daniel (Marreco), Denise Figueiredo, Fabiano (Max), Fabinho, Manoel (Bin Laden), Marcos, Mary e Paulo (Prosa) pela inestimável colaboração nas diversas etapas de condução dos experimentos e pelos momentos muito agradáveis de convivência.

Aos funcionários Euclides (Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal), Robson, Isildo, Sr. João e Vicente (Setor de Avicultura) e a Sandra, Oswaldo e Fernando (Fábrica de Ração) pela prestativa e valiosa ajuda durante o experimento.

As pessoas que não estão nominalmente citadas e que fizeram ou fazem parte da minha vida, agradeço.

## SUMÁRIO

	Página
<b>CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	01
Introdução.....	01
Proteína ideal.....	02
Redução do teor protéico.....	07
Temperatura ambiente.....	16
Redução do teor protéico vs temperatura ambiente.....	18
Objetivos gerais.....	20
Referências bibliográficas.....	21
<b>CAPÍTULO 2 - EFEITO DE DIETAS COM BAIXO TEOR PROTÉICO PARA FRANGOS DE CORTE DE 7 A 21 DIAS CRIADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS .....</b>	34
Resumo.....	34
Introdução.....	35
Material e Métodos.....	36
Resultados e Discussão.....	41
Conclusões.....	50
Referências Bibliográficas.....	51
<b>CAPÍTULO 3 - EFEITO DE DIETAS COM BAIXO TEOR PROTÉICO PARA FRANGOS DE CORTE DE 21 a 42 DIAS CRIADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS.....</b>	59
Resumo.....	59
Introdução.....	60
Material e Métodos.....	61
Resultados e Discussão.....	64
Conclusões.....	75
Referências Bibliográficas.....	76
<b>CAPÍTULO 4 - IMPLICAÇÕES.....</b>	83

## **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.**

**RESUMO** - Foram conduzidos dois experimentos com o objetivo de avaliar a utilização de dietas com baixo teor protéico, formuladas usando o conceito de proteína ideal, para frangos de corte de 7 a 21 dias (experimento 1) e de 21 a 42 dias (experimento 2) criados em diferentes temperaturas. Foram utilizados 900 e 720 frangos machos para os experimentos 01 e 02 respectivamente, da linhagem Cobb-500, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 3 x 3, com os fatores: níveis de proteína bruta (uma dieta controle e duas com redução protéica de 1,5 e 3,0% em relação a dieta controle) e temperaturas ambiente (fria, termoneutra e quente), totalizando nove tratamentos com quatro repetições cada. Foram avaliados o desempenho, rendimento de carcaça e de cortes comerciais, percentagem de gordura abdominal, temperaturas superficiais e cloacal e a perda de calor por radiação. No experimento 1 a redução do teor protéico prejudicou o desempenho dos frangos independente da temperatura, enquanto que no experimento 2 a redução da proteína bruta foi prejudicial somente para a temperatura quente. O desempenho foi reduzido pelas temperaturas quente e fria (experimento 1) e quente (experimento 2). A redução protéica aumentou a deposição de gordura abdominal das aves em ambos os experimentos. A temperatura quente proporcionou maior rendimento de carcaça, de coxa+sobrecoxa e de asas, enquanto o rendimento de peito foi reduzido. A gordura abdominal aumentou com a elevação da temperatura somente no experimento 1. Nos dois experimentos, as temperaturas superficial e cloacal aumentaram com a elevação da temperatura ambiente, e a perda de calor por radiação diminuiu, enquanto que os níveis de proteína não afetaram a homeostase térmica das aves.

**Palavras-Chave:** aminoácidos, baixa proteína, frangos de corte, homeostase térmica, proteína ideal, temperatura ambiente

## **EFFECT OF LOW-PROTEIN DIETS FORMULATED ON IDEAL PROTEIN CONCEPT, FOR BROILERS REARED UNDER COLD, THERMONEUTRAL, AND HOT TEMPERATURES**

**ABSTRACT** - Two experiments were carried out to evaluate the use of low-protein diets, formulated on ideal protein concept, for broilers from 7 to 21 days (experiment 1), and from 21 to 42 days (experiment 2) reared under different environmental temperatures. Nine hundred (experiment 1), and seventy hundred and twenty (experiment 2) male broilers of Cobb-500 strain were randomly housed in a 3 x 3 factorial arrangement: crude protein levels (a control diet, and two other diets with reductions of 1,5 and 3,0% of the protein level from control diet), and environmental temperatures (cold, thermoneutral, and hot) resulting in nine treatments with four replicates each. Performance, carcass and part yields, abdominal fat deposition, surface and cloacal temperatures, and heat loss by radiation were evaluated. Low-protein diets impaired broiler performance irrespective the environment temperature in experiment 1, while the performance was reduced only when low-protein diets were fed at hot temperature in experiment 2. Performance was reduced by cold and hot temperature (experiment 1) and hot temperature (experiment 2). Low-protein diets increased the abdominal fat deposition in both experiments. Hot temperatures improved carcass, thigh+drumstick, and wing yields, while breast yield was reduced. Abdominal fat (experiment 1), and surface and cloacal temperatures (experiments 1 e 2) increased as environmental temperature was increased, while heat loss by radiation decreased. There was no effect of protein levels on thermal homeostasis of broilers.

**key-words:** amino acids, broilers, environmental temperature, low-protein diet, ideal protein, thermal homeostasis



## **CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **Introdução**

A temperatura de conforto para frangos de corte varia em função de inúmeros fatores, dentre eles a idade. Durante os primeiros dias de vida, o sistema termorregulador dessas aves está imaturo, o que para FURLAN & MACARI (2002) só estará pronto entre 10 e 15 dias de idade. De acordo com COBB (2001) a temperatura de conforto na primeira semana é de 32,0°C decrescendo até 26,6°C aos 21 dias de idade. Dessa forma, na fase inicial o estresse por frio assume uma importância maior que o por calor. Após os 21 dias, durante a fase de crescimento, a temperatura de conforto diminui substancialmente, sendo de 23,9°C durante o período de 22 a 28 dias e após esse período de 21,1°C até o abate (COBB, 2001). Nessa fase, os frangos são muito susceptíveis ao estresse por calor, podendo apresentar dificuldade na manutenção da homeostasia térmica, quando da exposição a temperaturas elevadas.

A proteína é o nutriente de maior incremento calórico (MUSHARAF & LATSHAW, 1999), assim, uma redução no teor protéico da dieta diminuiria a carga de calor recebida pelo animal. Especula-se que pelo uso do conceito de proteína ideal é possível reduzir o teor protéico das dietas, desde que sejam mantidos os níveis dos aminoácidos limitantes pelo uso de aminoácidos sintéticos. A proteína ideal seria aquela capaz de fornecer aminoácidos na quantidade e proporção exatos para manutenção e máxima deposição protéica. Nesse sentido, na prática, foi proposto que a exigência de todos os aminoácidos essenciais digestíveis devem ser expressos como uma porcentagem da lisina digestível.

Considerando o incremento calórico, parece não ser pertinente a redução do teor protéico na fase inicial em situações de deficiência de calor ambiental. Para a fase de crescimento, os resultados são controversos, onde alguns demonstraram que a alta proteína bruta dietética prejudicou o desempenho dos frangos em estresse por calor (CAHANER et al., 1995; CHENG et al., 1997a,b; CHENG et al., 1999), no entanto, outros constataram melhora no desempenho (TEMIM et al., 1999; TEMIM et al., 2000a).

Sabe-se que dietas de baixa proteína são efetivas em reduzir a excreção de nitrogênio para o ambiente (FERGUSON et al., 1998a,b; BLAIR et al., 1999; ALETOR et al., 2000; BREGENDAHL et al., 2002), o que tem feito aumentar o interesse de técnicos e pesquisadores por esse tipo de dieta, em face ao seu menor impacto ambiental.

Com isso, essa revisão da literatura tem por objetivos mostrar as atualidades sobre o conceito de proteína ideal, os impactos da temperatura ambiente e da redução do teor protéico sobre as características de desempenho e de carcaça de frangos de corte. Além de verificar a possibilidade da manipulação protéica como uma ferramenta para situações de estresse térmico.

### **Proteína Ideal**

A proteína ideal pode ser definida, teoricamente, como sendo aquela que contém todos os aminoácidos em quantidade e proporção exatas para manutenção e para máxima deposição de proteína. Dessa forma, na proteína ideal, todos os aminoácidos são igualmente limitantes, ou seja, qualquer diminuição no nível de qualquer aminoácido resultará em sua deficiência e a proteína deixará de ser ideal.

Os pesquisadores do ARC (1981) foram pioneiros ao proporem que a proteína ideal (suínos) poderia ser estabelecida expressando as exigências de todos os aminoácidos essenciais como percentagem da lisina. Esse aminoácido foi escolhido como referência pois: - é o primeiro aminoácido limitante para suínos e o segundo para aves (dietas a base milho e farelo de soja); - trata-se de um aminoácido estritamente essencial; - é de análise relativamente simples; - não é exigida para manutenção; - sua exigência é bastante conhecida; - existe muita informação sobre sua concentração e digestibilidade nos ingredientes; - sua suplementação é economicamente viável (BAKER & HAN, 1994; EMMERT & BAKER, 1997; BAKER et al., 2002).

O primeiro perfil de proteína ideal para frangos de corte foi publicado por BAKER & HAN (1994), sendo baseado nos numerosos estudos dos pesquisadores da Universidade de Illinois, Estados Unidos (KLAIN et al., 1960; DEAN & SCOTT, 1965; HUSTON & SCOTT, 1968; SASSE & BAKER, 1973; BAKER et al., 1979) utilizando dietas purificadas (nitrogênio proveniente de aminoácidos sintéticos), na tentativa de

estabelecer um perfil padrão de aminoácidos, de maneira à atender as exigências dos frangos na fase inicial.

Dessa forma, o estudo de KLAIN et al. (1960) foi importante ao conseguir um perfil de aminoácidos (com dietas purificadas) que proporcionou ganho de peso corporal substancialmente melhor aos obtidos por outros autores em estudos anteriores (ALMQUIST & GRAU, 1944; FISCHER & JOHNSON JR., 1957). No entanto, DEAN & SCOTT (1965) foram os primeiros a determinarem um padrão de aminoácidos capaz de suportar desempenho semelhante aos obtidos com dietas a base de milho e farelo de soja. Em seguida, HUSTON & SCOTT (1968) determinaram outro padrão de aminoácidos com menos excessos em relação aos obtidos por DEAN & SCOTT (1965). Revisando a literatura, SASSE & BAKER (1973) e BAKER et al. (1979) melhoraram o perfil proposto por HUSTON & SCOTT (1968). Assim, BAKER & HAN (1994) utilizaram os dados gerados nas pesquisas anteriormente mencionadas e expressaram as exigências dos aminoácidos como uma porcentagem da lisina, obtendo o primeiro perfil de proteína ideal para frangos. Contudo, ao testarem aquele perfil, BAKER & HAN (1994) concluíram que os níveis de histidina e leucina dos estudos de Illinois eram demasiadamente altos, sendo assim, foram propostas reduções para atingir os níveis do NRC (1994).

Como mencionado, a proteína ideal proposta por BAKER & HAN (1994) foi desenvolvida a partir de resultados com dietas purificadas, sendo os aminoácidos 100% digestíveis, portanto, as relações ideais são baseadas em aminoácidos digestíveis. Também, considerando que por definição, a proteína ideal visa atender de maneira exata as exigências em aminoácidos para manutenção e máximo crescimento, necessariamente, os perfis de proteína ideal devem ser baseados em aminoácidos digestíveis, como os apresentados na Tabela 1. O NRC (1994), uma das principais publicações sobre composição de ingredientes e níveis nutricionais para aves, apresentou a exigência de aminoácidos para frangos em valores totais, portanto, não podem ser utilizados como proteína ideal. No entanto, como mencionado anteriormente, BAKER & HAN (1994) adotaram os valores de histidina e leucina do NRC (1994) após

constatarem que os valores recomendados pela Universidade de Illinois eram excessivos.

**Tabela 1** - Principais perfis de proteína ideal<sup>1</sup> para frangos de corte

Aminoácidos	Pesquisas (Período em dias)						
	BAKER & HAN (1994)		MACK et al. (1999)	ROSTAGNO et al. (2000)			BAKER et al. (2002)
	1 a 21	21 a 42	20 a 40	1 a 21	21 a 42	43 a 49	8 a 21
Lisina	100	100	100	100	100	100	100
Metionina+cistina	72	75	75	71	71	71	-
Triptofano	16	17	19	16	17	17	16,6
Treonina	67	70	63	59	57	57	55,7
Arginina	105	105	112	105	108	109	-
Isoleucina	67	67	71	65	67	67	61,4
Valina	77	77	81	77	80	80	77,5
Leucina	109	109	- <sup>2</sup>	110	110	110	-
Histidina	32	32	-	32	32	32	-
Fenilalanina+tirosina	105	105		115	115	115	-

<sup>1</sup> todos os aminoácidos essenciais digestíveis são determinados como uma porcentagem da lisina digestível. <sup>2</sup> valores não determinados.

Para BAKER & HAN (1994) a lógica envolvida em expressar as exigências como relações aminoácidos: lisina consiste no fato de que essas relações não se modificam em função dos fatores que influenciam as exigências de aminoácidos (% da dieta) tais como: nível de energia metabolizável, proteína bruta, sexo, temperatura ambiente, densidade populacional etc. No entanto, o trabalho de BRAKE et al. (1998) demonstrou que maior relação arginina: lisina é necessária para ambientes de alta temperatura.

Por outro lado, com o aumento da idade dos frangos ocorre uma elevação na proporção ideal para a metionina, cistina, treonina e triptofano, uma vez que as exigências de manutenção desses aminoácidos aumentam em proporção maior que para a lisina (BAKER & HAN, 1994). Esses autores recomendaram relação ideal de 75% para metionina+cistina, 70% para treonina e 17% para o triptofano, para frangos em fase de crescimento (Tabela 1). Contudo, EMMERT & BAKER (1997) constataram através de uma revisão da literatura que a exigência de lisina para manutenção é maior do que se pensava anteriormente, e sugeriram que a relação ideal para metionina+cistina para frangos de 21 a 56 dias deve permanecer em 72% e para treonina em 68,5%.

O trabalho de MACK et al. (1999) foi importante uma vez que avaliou as relações ideais para frangos no período de 20 a 40 dias, onde pouca informação era disponível

sobre as exigências de aminoácidos, uma vez que todos os estudos dos pesquisadores da Universidade de Illinois ocorreram na fase inicial. No entanto, para BAKER et al. (2002) a proteína ideal desenvolvida por MACK et al. (1999) (Tabela 1) teria sido melhor determinada se tivesse sido utilizada a conversão alimentar ao invés do ganho de peso como critério para determinação exigência de lisina. Pois assim, a exigência de lisina seria elevada conduzindo a menores relações ideais. Pelos cálculos refeitos por BAKER et al. (2002) uma melhor representação daquela proteína ideal seria: triptofano (17%), treonina (59%), valina (76%). O trabalho de BAKER et al. (2002) revelou proporção para treonina substancialmente menores (55,7%) em relação a recomendação inicial de BAKER & HAN (1994) de 67%, no entanto, se aproximou da recomendação de ROSTAGNO et al. (2000) que é 59%.

São escassas as pesquisas destinadas ao estudo comparativo dos diferentes perfis de aminoácidos existentes para frangos de corte. BAKER & HAN (1994) compararam o perfil do NRC (1994) com a proteína ideal de Illinois e observaram desempenho semelhante entre as recomendações, levando a conclusão de que o perfil desenvolvido pelos pesquisadores de Illinois era melhor, em função da redução dos excessos de aminoácidos na dieta, exceto para histidina e leucina. ARAÚJO (2001) confrontou as recomendações de BAKER & HAN (1994), ROSTAGNO et al. (2000) e DEGUSSA (1997), utilizando somente a metionina+cistina e a treonina nas proporções ideais. A recomendação da DEGUSSA (1997) continha metionina+cistina e treonina, respectivamente: 77 e 60% (fase inicial); 82 e 60% (fase de crescimento). ARAÚJO (2001) verificou na fase inicial melhor desempenho para o perfil de BAKER & HAN (1994) em relação ao de ROSTAGNO et al. (2000), sendo que o da DEGUSSA (1997) não diferiu dos anteriores. Para o período de crescimento, as aves alimentadas com dietas formuladas pelo perfil de ROSTAGNO et al. (2000) apresentaram a pior conversão alimentar entre os perfis, enquanto que o perfil da DEGUSSA (1997) proporcionou melhor rendimento de peito em relação ao de BAKER & HAN (1994) aos 42 dias de idade.

Os estudos de ARAÚJO (2001), ARAÚJO et al. (2001) e MENDONZA et al. (2001) mostraram melhor desempenho de frangos recebendo dietas formuladas com o

conceito de proteína ideal em comparação aos recebendo dietas formuladas para atingir níveis de proteína bruta, em rações a base de milho e farelo de soja. EMMERT & BAKER (1997) já haviam afirmado que mesmo para dietas a base de milho e farelo de soja é conveniente formular utilizando aminoácidos digestíveis, particularmente quando aminoácidos sintéticos são incorporados, pois esses últimos são 100% digestíveis, enquanto que a digestibilidade dos provenientes do milho e do farelo de soja são de aproximadamente 89%. Com isso, a formulação com base em aminoácidos totais conduz a dietas com aminoácidos digestíveis em excesso.

A viabilidade econômica do emprego da proteína ideal, foi apresentada por GOLDFLUS (2000) através de resultados obtidos por duas agroindústrias mexicanas ao considerarem um total de 3.437.000 frangos (Empresa A) e 10.937.000 frangos (Empresa B). As aves que receberam dietas formuladas através do conceito de proteína ideal apresentaram conversão alimentar 6,2 e 7,8% melhores e o custo (US\$ / kg de frango) foram 5,1 e 7,0% menores para as Empresas A e B, respectivamente, em relação as aves que receberam dietas formuladas no conceito de proteína bruta.

O conceito da proteína ideal conduz o nutricionista a inúmeras facilidades e vantagens. Primeiramente, o processo de formulação de ração é simplificado, uma vez que é necessário somente definir as exigências em lisina digestível e aplicar o perfil ideal. No entanto, a exigência de lisina assume uma importância muito grande e deve ser cuidadosamente definida em função do material genético que será adotado e das condições ambientais de criação das aves.

Outra vantagem é que a proteína ideal exige que a formulação de ração seja com base em aminoácidos digestíveis, com isso é possível contornar as diferenças de digestibilidade dos aminoácidos existentes entre os ingredientes e também em um mesmo ingrediente quando se considera os diversos aminoácidos. Maiores detalhes a respeito da formulação com base em aminoácidos digestíveis, em especial quando se emprega ingredientes alternativos, podem ser obtidos nos seguintes trabalhos: D'MELLO (1993), DALIBARD & PAILLARD (1995), ROSTAGNO et al. (1995), WILLIAMS (1995b), DARI (1996), PARSONS (1996), MAIORKA (1998), FARRELL et al. (1999) e CANCHERINI (2001).

Também, EMMERT & BAKER (1997) desenvolveram equações de predição a partir da proteína ideal (BAKER & HAN, 1994) e de outros dados da literatura, que possibilitam o estabelecimento das exigências de aminoácidos de acordo com a idade das aves. Para EMMERT & BAKER (1997), essas equações são desejáveis para programas de alimentação onde pretende-se utilizar mais dietas do que convencionalmente é utilizado. WARREN & EMMERT (2000) e POPE & EMMERT (2001) observaram que programas de alimentação variando as exigências de aminoácidos semanalmente ou conforme o NRC (1994) proporcionaram desempenho, rendimento de carcaça e de cortes comerciais semelhantes. Contudo, no sistema de alimentação semanal o consumo de proteína e aminoácidos foi reduzido, contribuindo para menor excreção de nitrogênio para o ambiente.

O conceito da proteína ideal pode ser utilizado na determinação da exigência dos aminoácidos. Supondo que pretende-se estudar as exigências de lisina para frangos, é possível aumentar os níveis de lisina na dieta e manter a relação ideal entre os aminoácidos, evitando que ocorra desbalanceamento de aminoácidos.

O enfoque principal deste Capítulo será a possibilidade de redução do teor protéico das dietas de frangos, usando o conceito da proteína ideal, como discutido a seguir.

### **Redução do teor protéico**

Tem sido especulada a possibilidade de redução do teor protéico pelo uso do conceito da proteína ideal, sendo os níveis dos aminoácidos dietéticos mantidos através da utilização de aminoácidos sintéticos. No Brasil, encontram-se disponíveis para a alimentação animal (*feed grade*) a metionina, lisina, treonina e triptofano sintéticos. Os demais aminoácidos essenciais e os não essenciais podem ser obtidos das linhas farmacêuticas de algumas empresas, no entanto, em preços que não permitem sua utilização na alimentação animal.

FERNANDEZ et al. (1994) conduziram um experimento utilizando dietas formuladas pelo conceito de proteína ideal, e constataram que os três primeiros aminoácidos limitantes do milho foram respectivamente a lisina, treonina e triptofano, e

do farelo de soja foram a metionina+cistina, treonina e lisina. Assim, teoricamente, os aminoácidos sintéticos disponíveis no mercado possibilitam uma boa margem para redução do teor de proteína bruta, uma vez que eles compreendem os quatro primeiros aminoácidos limitantes nos ingredientes mais utilizados em dietas para aves e suínos no Brasil.

Existe um ponto importante que é necessário ser considerado quando trata-se de proteína ideal. Na prática, com as fontes de proteína atualmente disponíveis, é muito difícil conseguir uma dieta com a proteína ideal, pois ainda ocorrem excessos de aminoácidos. É fato que, com a redução do teor protéico das dietas, o perfil de aminoácidos se aproxima do ideal.

Nos trabalhos que originaram a proteína ideal (DEAN & SCOTT, 1965; HUSTON & SCOTT, 1968; SASSE & BAKER, 1973) as dietas continham 17,7; 14,6 e 14,8% de proteína bruta respectivamente, e continham efetivamente o perfil ideal de aminoácidos. Contudo, na prática, para que se atinja esses níveis protéicos, boa parte dos aminoácidos devem ser provenientes de fontes sintéticas, o que é economicamente inviável. Além disso, BATAL & PARSONS (2002a, b) mostraram que dietas purificadas com 14,4% de proteína bruta proporcionaram piores ganho de peso e conversão alimentar em relação a uma dieta padrão com 23% de proteína. BATAL & PARSONS (2002a) mostraram que as dietas purificadas conduziram a uma menor altura e largura dos vilos e menor profundidade de cripta, sendo esses um dos possíveis fatores limitantes do desempenho. No entanto, BAKER et al. (2002) relataram que os resultados com dietas purificadas são válidos na determinação da proteína ideal. Adiante segue uma discussão mais ampla sobre as implicações técnicas do uso de dietas de baixa proteína para frangos.

Dentre as diversas vantagens da redução do teor protéico, insere-se a redução dos excessos de aminoácidos aproximando as dietas do perfil ideal de aminoácidos. Uma segunda vantagem seria a redução dos custos de alimentação, uma vez que a proteína é um nutriente caro, ficando atrás somente da energia metabolizável. Existem inúmeros programas computacionais para formulação de dietas à custo mínimo, onde é possível calcular o nível de proteína dietética que resultará no menor custo possível,



levando em consideração os níveis desejados para os aminoácidos e também o custo dos ingredientes que serão utilizados na formulação. Obviamente, a dieta de menor custo não representa necessariamente a que irá trazer a melhor relação custo: benefício.

Outra vantagem da redução do teor protéico é a redução da excreção de nitrogênio para o ambiente (FERGUSON et al., 1998a,b; BLAIR et al., 1999; ALETOR et al., 2000; BREGENDAHL et al., 2002). Os problemas da excreção excessiva de nitrogênio são: - a volatilização do nitrogênio na forma de amônia podendo prejudicar o desempenho dos animais, causar problemas respiratórios em humanos e contribuir para a chuva ácida; - no solo o nitrato pode ser transformado em nitrito, que caso ingerido pode ligar-se à hemoglobina diminuindo o transporte de oxigênio, o que pode levar a morte. Os nomes populares dessa doença são cianoses ou síndrome do bebê azul (ocorrência principalmente em crianças); - o excesso de nitrogênio favorece desenvolvimento desordenado de algas, que quando são decompostas consomem o oxigênio dissolvido na água, comprometendo o crescimento outros organismos aquáticos. Para maiores detalhes sobre os impactos ambientais da excreção excessiva de nitrogênio, bem como as formas de controle, podem ser obtidas nos artigos de WILLIAMS (1995a) e de CHAMBERS & SMITH (1998).

Uma última vantagem da redução do teor protéico refere-se a possibilidade de redução do incremento calórico das dietas, o que é bem visto para situações de estresse por calor.

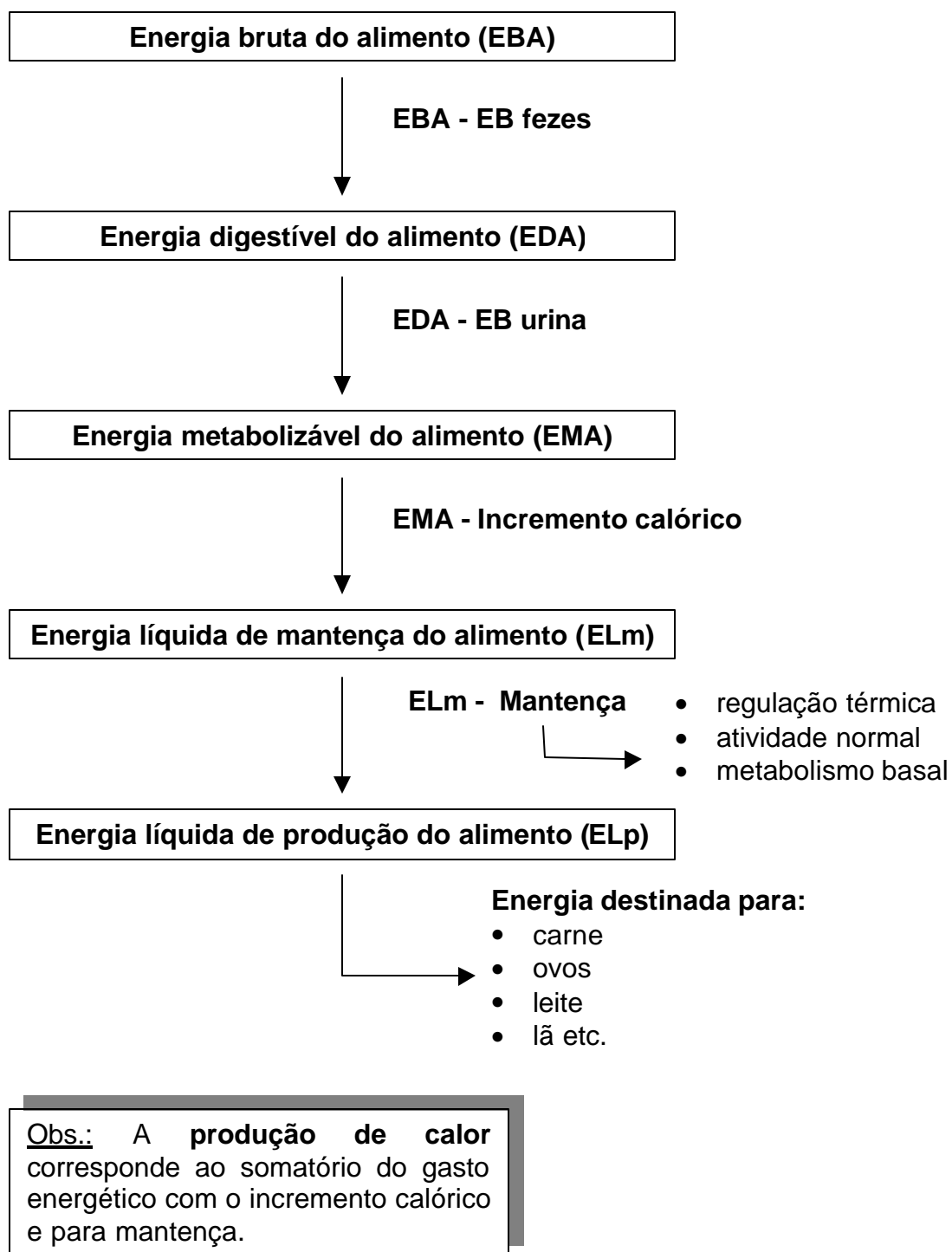
Antes de continuar a discussão, é importante uma definição precisa, porém simplificada, do que vem a ser incremento calórico, sendo necessário rever o fracionamento da energia (Figura 1). Pela diferença entre a energia bruta do alimento e a energia bruta das fezes tem-se a energia digestível do alimento, de onde descontando-se a energia bruta perdida pela urina obtém-se a energia metabolizável. Essa última forma de expressar a energia sempre foi muito utilizada para aves, uma vez que esses animais excretam juntos fezes e ácido úrico. Em seguida, pela diferença entre a energia metabolizável e o incremento calórico obtém-se a energia líquida que será utilizada em parte para manutenção (regulação térmica, atividade normal e

metabolismo basal), para produção (carne, ovos, leite, lã etc) e os eventuais excessos serão depositados na forma de gordura.

De acordo com MUSHARAF & LATSHAW (1999) os primeiros conceitos envolvendo incremento calórico datam de 1902 e são provenientes dos estudos do pesquisador M. Rubner. O **incremento calórico** para CHURCH & POND (1977) é representado pelo calor produzido durante digestão e metabolismo dos nutrientes, ou seja, calor resultante do aumento da atividade gastrointestinal, hepática, renal, dos sistemas circulatório e respiratório, devido a necessidade de digerir e metabolizar os nutrientes. O termo **produção de calor** refere-se ao somatório do incremento calórico com a energia gasta para manutenção. Maiores detalhes a respeito do metabolismo energético e seus componentes podem ser obtidos em CHURCH & POND (1977), POND et al. (1995) e LONGO (2000).

Já em 1902, os estudos de Rubner citados por MUSHARAF & LATSHAW (1999) demonstravam que o incremento calórico da proteína era mais elevado do que o dos carboidratos e das gorduras. CHURCH & POND (1977) citaram resultados obtidos com suínos onde o incremento calórico foi maior para proteínas seguido pelos carboidratos, sendo o da gordura o mais baixo de todos.

Contudo, NIETO et al. (1997) citaram um conceito denominado **termogênese induzida pela dieta**, que como o próprio termo relata, trata-se de um aumento da produção de calor induzido pela dieta. Neste sentido, BUYSE et al. (1992) e NIETO et al. (1997) observaram que dietas de baixa proteína induzem uma maior produção de calor, o que não foi confirmado nos estudos de MACLEOD (1990, 1991, 1992 e 1997).



**Figura 1** - Esquema simplificado do fracionamento da energia.

O trabalho de BUYSE et al. (1992) mostrou que a maior produção de calor para as aves recebendo baixa proteína foi correlacionado com a elevada secreção do hormônio tireoideano triiodotironina ( $T_3$ ). Sabe-se que o hormônio  $T_3$  é altamente calorigênico. O estudo de CAREW et al. (1997) mostrou que a deficiência dos aminoácidos isoleucina, arginina, lisina, metionina e triptofano promoveu elevação da secreção de  $T_3$ . Dessa forma, a maior produção de calor observada para dietas de baixa proteína, não é devido ao incremento calórico e sim a um componente da manutenção (regulação térmica). Por outro lado, CAREW et al. (1998) demonstrou que o excesso de isoleucina e valina também estimulam a secreção de  $T_3$ . NIETO et al. (1997) mostraram que dietas de baixa proteína aumentaram a exigência de energia para manutenção pela redução da eficiência de utilização da energia metabolizável para crescimento, em função de uma maior produção de calor.

Quando pretende-se reduzir o teor protéico das dietas alguns fatores devem ser observados, tais como: - suplementação adequada com aminoácidos essenciais para evitar deficiência; - incorporação de aminoácidos não essenciais, para evitar que aminoácidos essenciais sejam utilizados na síntese dos não essenciais. Para BEDFORD & SUMMERS (1985) a relação entre os aminoácidos essenciais e não essenciais deve ser de 55:45 na fase inicial; - Manutenção de níveis adequados de colina e potássio, uma vez que com a redução do teor protéico ocorre uma diminuição da quantidade de farelo de soja na dieta que é rico nesses nutrientes (SUIDA, 2000).

A literatura é farta em estudos envolvendo a redução do teor protéico sobre o desempenho de frangos de corte, no entanto, os resultados não são conclusivos. As pesquisas realizadas por EDMONDS et al. (1985), FANCHER & JENSEN (1989a,b,c), PINCHASOV et al. (1990), CABEL & WALDROUP (1991) e MORAN JR. et al. (1992) demonstraram que dietas de baixa proteína prejudicaram o desempenho em relação às dietas com níveis normais. No entanto, outras pesquisas mostraram ser possível reduzir o teor protéico (PARR & SUMMERS, 1991; HAN et al., 1992; SUMMERS et al., 1992; LECLERCQ et al., 1994; DESCHEPPER & DE GROOTE, 1995; DARI, 1996; KIDD et al., 1996).

Os trabalhos mais recentes explorando a fase inicial, mostraram que a redução protéica foi prejudicial ao desempenho dos frangos (ARAÚJO, 2001; COSTA et al., 2001; HUSSEIN et al., 2001; BREGENDAHL et al., 2002), demonstrando a sensibilidade dos frangos de corte jovens aos níveis de proteína.

A exigência de proteína bruta determinada por COSTA et al. (2001) foi de 22,4% e por ARAÚJO (2001) de 20,0% em dieta formulada pelo conceito de proteína ideal. Contudo, esses trabalhos envolveram somente a suplementação com metionina, lisina e treonina. HUSSEIN et al. (2001) administraram dietas com 17,5% de proteína suplementadas com aminoácidos essenciais sintéticos para evitar a ocorrência de deficiência, no entanto, o ganho de peso e a conversão alimentar foram piores em relação a dieta controle (23% de proteína). Os autores fizeram ainda suplementações adicionais de energia, treonina, triptofano, arginina, isoleucina e ácido glutâmico, sem sucesso na recuperação do desempenho. BREGENDAHL et al. (2002) fez uma redução protéica menos abrupta (23 vs 19%), sendo que a dieta de baixa proteína foi suplementada com todos os aminoácidos essenciais, possuía o mesmo nível de potássio da dieta controle e foi suplementada com ácido glutâmico, glutamina, asparagina ou com aminoácidos essenciais em 15, 30 ou 45% acima das recomendações do NRC (1994), mesmo assim, o ganho de peso e a conversão alimentar foram prejudicados na fase inicial.

Durante a fase de crescimento, os resultados são mais controversos que os para a fase inicial. COSTA et al. (2001) e STERLING et al. (2002) suplementaram as dietas de baixa proteína com metionina, lisina e treonina e verificaram pior desempenho em relação a dieta controle. No entanto, ARAÚJO (2001) utilizando os aminoácidos anteriormente citados verificaram ser possível administrar até 17% de proteína sem comprometimento do desempenho. FERGUSON et al. (1998b) e SABINO (2001) além daqueles utilizaram o triptofano e obtiveram desempenho reduzido para dietas de baixa proteína, no entanto, BLAIR et al. (1999) conseguiram reduzir o teor protéico da dieta para 18,0% com dieta semelhante as anteriores.

KERR & KIDD (1999a) utilizaram dietas variando o teor protéico de 19 a 13% na fase de crescimento. Quando os autores utilizaram somente metionina e lisina foi

possível a redução de dois pontos percentuais sem prejudicar o ganho de peso e a conversão alimentar. Em seguida, adicionaram ácido glutâmico e aminoácidos essenciais para atingir o perfil ideal recomendado por BAKER & HAN (1994), o que piorou o ganho de peso em comparação aos obtidos somente com lisina e metionina. No entanto, considerando a conversão alimentar foi possível reduzir o teor protéico em até 4 pontos percentuais. KERR & KIDD (1999b) utilizaram uma dieta controle com 19,4% de proteína bruta (suplementada com metionina e lisina), outra com 18,2% (suplementada ou não com treonina) e outra com 16,7% (suplementação com todos os aminoácidos essenciais = proteína ideal ou sem suplementação). A dieta com 18,2% de proteína não comprometeu o ganho de peso e a conversão alimentar independente da suplementação com treonina. A redução para 16,7% de proteína sem utilizar o conceito de proteína ideal prejudicou o ganho de peso e a conversão alimentar, entretanto, utilizando-se os níveis de aminoácidos preconizados por BAKER & HAN (1994) a conversão alimentar atingiu os níveis da dieta controle.

Utilizando os níveis protéicos de 22,5; 21,0; 19,0; 17,2 e 15,3%, com todos os aminoácidos essenciais supridos via sintética para frangos de 21 a 42 dias, ALETOR et al. (2000) verificaram ganho de peso semelhante entre as dietas, no entanto, o consumo de ração aumentou com a diminuição da proteína piorando a conversão alimentar. Em outro estudo, as dietas de 21,0 a 15,3% de proteína foram suplementadas com uma mistura de aminoácidos não essenciais (alanina, ácido aspártico e glutâmico) para atingirem os níveis de proteína de 22,5%. O benefício foi uma diminuição no consumo de ração reestabelecendo a conversão alimentar.

Os motivos para a queda de desempenho das aves alimentadas com baixa proteína bruta, ainda não estão totalmente esclarecidos, no entanto, existem algumas hipóteses.

Para Rérat et al. (1992) citados por BREGENDAHL et al. (2002) os aminoácidos livres das dietas suplementadas com aminoácidos sintéticos aparecem em menores concentrações no sangue portal do que os provenientes da proteína intacta, indicando que os aminoácidos livres são preferencialmente metabolizados pelos enterócitos, diminuindo sua biodisponibilidade em comparação aos aminoácidos na forma de

peptídeos (proteína intacta). Ainda, para PINCHASOV et al. (1990) e RUTZ (2002) os peptídeos provenientes da digestão da proteína intacta são absorvidos de maneira mais rápida pelos enterócitos do que os aminoácidos livres presentes em dietas suplementadas com aminoácidos sintéticos. Para PINCHASOV et al. (1990) essa menor taxa de absorção resultaria em menor disponibilidade de aminoácidos essenciais para síntese protéica. Segundo essa hipótese, um mínimo de proteína intacta deve ser fornecida para que o desempenho não seja prejudicado.

Outra possibilidade seria o aumento da produção de calor pelas dietas de baixa proteína, conduzindo a uma menor eficiência de utilização da energia para crescimento, devido a elevação da exigência de energia metabolizável para manutenção (NIETO et al., 1997).

Um outra questão que poderia ser levantada, refere-se ao aumento das exigências de aminoácidos com a elevação da proteína dietética. MORRIS et al. (1999) relataram que para dietas de baixa proteína (abaixo de 22% na fase inicial) a taxa de crescimento depende da suplementação dos aminoácidos limitantes para que não ocorra deficiência. Para os autores, nas dietas com alta proteína, onde ocorre excesso de aminoácidos, a exigência dos aminoácidos limitantes é aumentada para corrigir o desbalanceamento proveniente desses excessos.

Considerando a quantidade de gordura depositada na carcaça, a maioria dos resultados mostraram elevação nessa característica com a diminuição do teor protéico (DARI, 1996; KIDD et al., 1996; MORAN JR & STILBORN, 1996; BARTOV & PLAVNIK, 1998; KERR & KIDD, 1999b; ALETOR et al., 2000).

ALETOR et al. (2000) revelou que as dietas com teor protéico variando de 21,0 a 15,3% mesmo suplementadas com aminoácidos não essenciais (alanina, ácido aspártico e glutâmico) para atingirem os níveis de proteína de 22,5% (dieta controle) proporcionaram maior deposição de gordura corporal em relação a dieta controle. Aquelas dietas possuíam a mesma relação energia metabolizável: proteína, o que levou os autores a sugerirem que a deposição de gordura em frangos é mais influenciada pela relação energia metabolizável: proteína intacta. Além disso, DIAS (1999) encontrou indícios de maior lipogênese hepática para frangos recebendo dietas de baixa proteína.

## Temperatura ambiente

A temperatura ambiente é um fator que possui grande influência sobre o desempenho dos frangos de corte, uma vez que as aves são animais homeotérmicos, ou seja, necessitam manter a temperatura corporal dentro de uma faixa estreita, onde as funções orgânicas operam com maior eficiência. Assim, as aves possuem uma zona de conforto térmico que foi definida por FURLAN & MACARI (2002) como sendo aquela faixa de temperatura ambiente onde a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menos gasto energético. Para aqueles autores, na zona de conforto térmico a fração da energia metabolizável utilizada para termogênese é mínima, e a energia líquida de produção é máxima, concordando com LONGO (2000) que encontrou menor exigência de energia metabolizável para manutenção dentro da zona termoneutra.

Vários fatores podem influenciar a zona de conforto térmico das aves, como por exemplo a idade. Com isso, torna-se necessário distinguir duas fases ao longo da vida do frango de corte. A primeira, no início da vida dos pintos, que é caracterizada pela grande necessidade de fornecimento de calor ambiental, em função da imaturidade do sistema termorregulador dessas aves. De acordo com FURLAN & MACARI (2002) a plenitude da atividade termorreguladora ocorre entre 10 e 15 dias de vida pós-natal. Para aqueles autores, isso ocorre devido a alta relação entre a área e volume corporal, o que associado ao empenamento incompleto dificulta a retenção de calor. Ainda, MACARI et al. (1994) comentam que as aves são desprovidas de tecido adiposo marrom que possui ação termogênica na maioria dos mamíferos. De acordo com COBB (2001) a temperatura de conforto na primeira semana é de 32,0°C, caindo para 29,4°C de 8 a 14 dias e para 26,6°C de 15 a 21 dias.

Em seguida, na fase de crescimento, as aves podem apresentar dificuldade em dissipar calor e manter a temperatura corporal em níveis normais. Os dados apresentados por COBB (2001) mostram que de 21 a 28 dias a temperatura de conforto é de 23,9°C e a partir dessa idade passa para 21,1°C até o momento do abate.

Existem duas categorias de trocas térmicas: sensível e latente. A troca de calor sensível ocorre por condução, convecção e radiação. Essas trocas são dependentes de



um gradiente de temperatura, ou seja, de uma diferença de temperatura entre o animal e o meio ambiente, sendo portanto, de grande importância em ambiente frio onde existe grande diferença de temperatura entre o frango (temperatura normal  $\pm 41,1^{\circ}\text{C}$ ) e o ambiente (FURLAN & MACARI, 2002). A perda de calor latente faz-se por evaporação, podendo ser cutânea ou através do trato respiratório, sendo esse último de grande importância para as aves que são desprovidas de glândulas sudoríparas. Esse tipo de perda de calor é independente da diferença de temperatura entre o animal e o ambiente, dependendo somente de um gradiente de umidade. Dessa forma, em ambiente de alta umidade relativa do ar a evaporação ocorre com dificuldade. Por não depender de um gradiente de temperatura, ao contrário das trocas sensíveis, a evaporação é a forma mais eficaz de perda de calor em ambiente com temperatura elevada. Contudo, o resfriamento evaporativo ocorre com gasto energético, sendo que são exigidas 550 calorias para evaporação de 1 g de água (FURLAN & MACARI, 2002).

Durante o estresse por frio as aves procuram se agregar, ocorre vasoconstrição periférica e tremor muscular, com o objetivo de reter e produzir calor. Também, é observada elevação no consumo de alimento visando o aumento da produção de calor como demonstrado por KOH & MACLEOD (1999a,b). Para LONGO (2000) a exigência de energia para manutenção aumenta devido a necessidade de produção de calor. Com isso, situações de temperatura ambiente baixa conduzem a pior conversão alimentar.

Em situação de estresse por calor ocorrem vasodilatação periférica, ajustes posturais e redução no consumo de alimento. Para BAZIZ et al. (1996) a queda do ganho de peso corporal das aves estressadas pelo calor é maior que a queda no consumo de alimento, devido ao desvio de parte da energia metabolizável ingerida para a dissipação de calor corporal por evaporação, prejudicando a conversão alimentar.

Com relação as características de carcaça, BAZIZ et al. (1996) verificaram maior deposição de gordura e menor rendimento de peito para as aves em estresse por calor, enquanto que o rendimento de carcaça e de coxa+sobrecoxa foram aumentados. Também, para TEMIM et al. (1999) e TEMIM et al. (2000b) o estresse calórico ( $32^{\circ}\text{C}$ ) reduziu a percentagem do músculo *Pectoralis major* (peito) e aumentou a dos músculos da perna (*Sartorius muscle* e *Gastrocnemius muscle*).

Para responder esses resultados é preciso considerar que a musculatura do peito possui metabolismo glicolítico e a da coxa+sobrecoxa possuem metabolismo oxidativo (MACARI et al., 1994). Dessa forma, o aumento na ofegação durante o estresse por calor conduz a maior atividade da musculatura do peito e como as reservas de glicogênio no organismo são muito limitadas o desenvolvimento da musculatura peitoral pode ser prejudicado. Contudo, o melhor rendimento de coxa+sobrecoxa é devido as quantidades consideráveis de gordura estocada que são utilizadas como substrato energético por aqueles membros. O maior rendimento de carcaça ocorre em função do baixo desenvolvimento visceral (MACHADO, 2001) e do menor empenamento (GERAERT et al., 1993) das aves em estresse calórico.

### **Redução do teor protéico vs temperatura ambiente**

A proteína bruta dietética possui maior incremento calórico que os carboidratos e gorduras (MUSHARAF & LATSHAW, 1999), sendo assim, sua redução pode ser benéfica para frangos na fase de crescimento em situação de estresse por calor, como demonstrado por WALDROUP (1982) em uma revisão da literatura envolvendo artigos desde 1935. Também, os achados de CAHANER et al. (1995) demonstraram melhor ganho de peso e eficiência alimentar para uma linhagem comercial criada em temperatura de 32°C, ao receber 15% menos proteína em relação a recomendação do NRC (1984), no entanto, ocorreu aumento na percentagem de gordura abdominal e redução no rendimento de peito. De maneira semelhante, CHENG et al. (1997a,b) e CHENG et al. (1999) observaram pior ganho de peso e conversão alimentar para frangos criados em estresse por calor e recebendo mais proteína bruta e/ou aminoácidos do que o recomendado pelo NRC (1994).

Por outro lado, ALLEMAN & LECLERQ (1997) observaram que a redução do teor protéico de 20 para 16% agravou a queda de desempenho dos frangos criados em 32°C. Além disso, TEMIM et al. (1999) verificaram que a elevação do teor protéico (20 vs 25%) para frangos na fase de crescimento e criados em estresse calórico (32°C), melhorou o ganho de peso e a conversão alimentar. Em condições de ambiente semelhante ao trabalho anterior (32°C), TEMIM et al. (2000a) administraram dietas com

proteína variando de 10 a 33% e encontraram melhor desempenho das aves alimentadas com os níveis protéicos de 28 e 33%. Esses resultados vão contra a premissa citada anteriormente, de que a proteína bruta dietética deveria ser reduzida para aves estressadas por calor em virtude de seu alto incremento calórico.

Na tentativa de explicar esses resultados, algumas possibilidades podem ser levantadas. Primeiramente, em situação de estresse por calor o consumo de ração é reduzido, sendo que a elevação do teor protéico poderia ser benéfica por compensar a queda no consumo de proteína e aminoácidos. GERAERT et al. (1996) verificaram que frangos em estresse calórico (32°C) apresentaram menores níveis plasmáticos de serina, asparagina, glutamina, prolina, glicina, alanina, isoleucina, leucina, tirosina e histidina, independente do menor consumo de ração, pois esses resultados foram observados comparando as aves estressadas com um grupo controle (22°C) recebendo a mesma quantidade de ração das aves em estresse calórico.

Outra possibilidade refere-se ao menor consumo de água observado para aves recebendo dietas de baixa proteína. MARKS & PESTI (1984) observaram esse efeito na fase inicial, enquanto ALLEMAN & LECLERCQ (1997) encontraram na fase de crescimento e para aves criadas em estresse por calor. Contudo, em nenhum dos trabalhos foi dado o enfoque para a interação entre o baixo consumo de água com agravamento do estresse por calor. De acordo com BRUNO & MACARI (2002) e FURLAN & MACARI (2002) a limitação no consumo de água pode prejudicar o desempenho das aves em estresse calórico.

Como relatado por BUYSE et al. (1992), dietas de baixo teor protéico elevam a produção de calor em função do aumento da secreção de  $T_3$ . Também, CAREW et al. (1997) verificaram que a deficiência de alguns aminoácidos elevam a secreção de  $T_3$ . Ainda, NIETO et al. (1997) observaram que dietas de baixa proteína induziram a termogênese, indicando que a diminuição protéica pode não ser vantajosa para ambientes de alta temperatura.

GERAERT et al. (1993) encontraram que a produção de calor aumentou para dietas de alto teor protéico em 22°C (23 vs 19%), no entanto, diminuiu em 32°C para frangos de 21 a 63 dias. TEMIM et al. (2000b) verificaram que em estresse por calor

(32°C) a alta proteína dietética (25 vs 20%) não alterou a síntese de proteína e a proteólise, com tendência de reduzir a proteólise. MACLEOD (1997) verificaram que a produção de calor foi fortemente correlacionada com o acréscimo de proteína corporal. Para Schulz (1978) citado por MACLEOD (1997) o custo para incorporar um aminoácido na proteína é de aproximadamente 4 mol de ATP. Para MACLEOD (1997) o custo para excreção do nitrogênio como ácido úrico a partir dos aminoácidos em excesso é de 6 mol de ATP por átomo de nitrogênio do aminoácido, sendo assim, para aminoácidos como a histidina que contém três átomos de nitrogênio, seriam necessários 18 mol de ATP. No entanto, de acordo MACLEOD (1997), o custo para a síntese de ácido úrico é suficientemente balanceado pela energia resultante da oxidação do aminoácido. Com isso, produção de calor possivelmente permanece inalterada ou diminui pelo aumento no consumo de proteína em ambientes de alta temperatura.

Não foram encontrados trabalhos relatando a respeito da interação entre temperatura e níveis de proteína bruta para frangos de corte na fase inicial.

### **Objetivos gerais**

Tendo em vista a importância da temperatura ambiente e da nutrição protéica na criação de frangos de corte, aliada a falta de estudos envolvendo esses dois fatores na fase inicial, e também aos resultados não conclusivos para a fase de crescimento, pesquisas visando maiores esclarecimentos são oportunas.

Assim, foram conduzidos dois experimentos para avaliar a utilização de dietas com baixo teor de proteína bruta, formuladas usando o conceito de proteína ideal, sobre o desempenho, características de carcaça e alguns índices da manutenção da homeostase térmica de frangos de corte de 7 a 21 dias (experimento 01) e de 21 a 42 dias (experimento 02), submetidos as temperaturas ambiente fria, termoneutra e quente.

### **Referências bibliográficas**

ARC. Agricultural Research Council. **The Requirements of Pigs**. Commonwealth Agricultural Bureaux: Slough. 1981.

ALETOR, V.A.; HAMID, I.I.; NIESS, E. et al. Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole body composition and efficiencies of nutrient utilisation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 547-554, 2000.

ALLEMAN, F.; LECLERCQ, B. Effect of dietary protein and environmental temperature on growth performance and water consumption of male broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 38, p. 607-610, 1997.

ALMQUIST, H.J.; GRAU, C.R. The amino acid requirements o the chicks. **Journal of Nutrition**, v. 28, p. 325-331, 1944.

ARAÚJO, L.F. **Estudo de diferentes critérios de formulação de rações, com base em perfis de aminoácidos totais e digestíveis para frangos de corte**. 2001. 123 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

ARAÚJO, L.F.; JUNQUEIRA, O.M.; ARAÚJO, C.S.S. et al. Proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 3, p. 157-162, 2001.

BAKER, D.H.; ROBBINS, K.R.; BUCK, J.S. Modification of the level of histidine and sodium bicarbonate in the Illinois crystalline amino acid diet. **Poultry Science**, v. 58, p. 749-750, 1979.

BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v. 73, p. 1441-1447, 1994.

BAKER, D.H.; BATAL, A.B.; PARR, N.R. et al. Ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. **Poultry Science**, v. 81, p. 485-494, 2002.

BARTOV, I.; PLAVNIK, I. Moderate excess of dietary protein increases breast meat yield of broiler chicks. **Poultry Science**, v. 68, p. 680-688, 1998.

BATAL, A.B.; PARSONS, C.M. Effect of age on nutrient digestibility in chicks fed different diet. **Poultry Science**, v. 81, p. 400-407, 2002a.

BATAL, A.B.; PARSONS, C.M. Effects of age on development of digestive organs and performance of chicks fed a corn-soybean meal versus a crystalline amino acid diet. **Poultry Science**, v. 81, p. 1338-1341, 2002b.

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

BEDFORD, M.R.; SUMMERS, J.D. Influence of the ratio of essential to non essential amino acids on performance and carcass composition of the broiler chick. **British Poultry Science**, v. 26, p. 483-491, 1985.

BLAIR, R.; JACOB, J.P.; IBRAHIM, S. et al. A quantitative assessment of reduced protein diets and supplements to improve nitrogen utilization. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 8, p. 25-47, 1999.

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**, v. 39, p. 639-647, 1998.

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

BRUNO, L.D.G.; MACARI, M. Ingestão de água: mecanismos regulatórios. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (ed.). **Fisiologia Aviária: Aplicada a frangos de corte**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p. 201-206.

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

CABEL, M.C.; WALDROUP, P.W. Effect of dietary protein level and length of feeding on performance and abdominal fat content of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 70, p. 1550-1558, 1991.

CAHANER, A.; PINCHASOV, Y.; NIR, I. Effect of dietary protein under high ambient temperature on body weight, breast meat yield, and abdominal fat deposition of broiler stocks differing in growth rate and fatness. **Poultry Science**, v. 74, p. 968-975, 1995.

CANCHERINI, L.C. **Utilização de subprodutos de origem animal em rações para frangos de corte com base no conceito de proteína bruta e ideal**. 2001. 59 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

CAREW, L.B.; EVARTS, K.G.; ALSTER, F.A. Growth and plasma thyroid hormone concentrations of chicks fed diets deficient in essential amino acids. **Poultry Science**, v. 76, p. 1398-1404, 1997.

CAREW, L.B.; EVARTS, K.G.; ALSTER, F.A. Growth, feed intake, and plasma thyroid hormone levels in chicks fed dietary excesses of essential amino acids. **Poultry Science**, v. 77, p. 295-298, 1998.

CHAMBERS, B.J.; SMITH, K. Nitrogen: some practical solutions for the poultry industry. **World's Poultry Science**, v. 54, p. 353-357, 1998.

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, 1997a.

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

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

CHURCH, D.C.; POND, W.G. **Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos**. Zaragoza: Acribia, 1977. 462p.

COBB. Guia de manejo para frango de corte COBB 500. S.l.: s.n., 2001, 20p.

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



DALIBARD, P.; PAILLARD, E. Use of digestible amino acid concept in formulating diets for poultry. **Animal Feed Science and Technology**, v. 53, p. 189-204, 1995.

DARI, R.L. **Uso de aminoácidos digestíveis e do conceito da proteína ideal na formulação de rações para frangos de corte**. 1996. 155 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

DEAN, W.F.; SCOTT, H.M. The development of an amino acid reference diet for the early growth of chicks. **Poultry Science**, v. 44, p. 803-808, 1965.

DEGUSSA. **Amino Acid Recommendation for Poultry**. Feed Formulation Guide. Hanau: Degussa, 1997.

DIAS, T.S.L. **Metabolismo hepático de lipídios em frangos de corte (*Gallus domesticus*) com diferentes níveis de proteína e energia**. 1999. 59 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

D'MELLO, J.P.F. Amino acid supplementation of cereal-based diets for non-ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 45, p. 1-18, 1993.

DESCHEPPER, K.; DE GROOTE, G. Effect of dietary protein, essential and non-essential amino acids on the performance and carcass composition of male broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 36, p. 229-245, 1995.

EDMONDS, M.S.; PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. Limiting amino acids in low-protein corn-soybean meal diets fed to growing chicks. **Poultry Science**, v. 64, p. 1519-1526, 1985.

EMMERT, J.L.; BAKER, D.H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broilers diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 6, p. 462-470, 1997.

FANCHER, B.I.; JENSEN, L.S. Dietary protein level and essential amino acid content: influence upon female broiler performance during the growing period. **Poultry Science**, v. 68, p. 897-908, 1989a.

FANCHER, B.I.; JENSEN, L.S. Influence on performance of three to six-week-old broilers of varying dietary protein contents with supplementation of essential amino acid requirements. **Poultry Science**, v. 68, p. 113-123, 1989b.

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

FARRELL, D.J.; MANNION, P.F.; PEREZ-MALDONADO, R.A. A comparison of a total and digestible amino acids in diets for broilers and layers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 82, p. 131-142, 1999.

FERGUSON, N.S.; GATES, R.S.; TARABA, J.L. et al. The effect of dietary protein and phosphorus on ammonia concentration and litter composition in broilers. **Poultry Science**, v. 77, p. 1085-1093, 1998a.

FERGUSON, N.S.; GATES, R.S.; TARABA, J.L. et al. The effect of dietary protein on growth, ammonia concentration, and litter composition in broilers. **Poultry Science**, v. 77, p. 1481-1486, 1998b.

FERNANDEZ, S.R.; AOYAGI, G.; HAN, Y. et al. Limiting order of amino acids in corn and soybean meal for growth of the chick. **Poultry Science**, v. 73, p. 1887-1896, 1994.

FISHER, H.; JOHNSON JR., D. An improved free amino acid diet for growing chicks. **Poultry Science**, v. 36, p. 444-445, 1957.

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

GERAERT, P.A.; GUILLAUMIN, S.; LECLERCQ, B. Are genetically lean broilers more resistant to hot climate? **British Poultry Science**, v. 34, p. 643-653, 1993.

GERAERT, P.A.; PADILHA, J.C.F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: biological and endocrinological variables. **British Journal of Nutrition**, v. 75, p. 205-216, 1996.

GOLDFLUS, F. **Aplicação do conceito de proteína ideal em dietas avícolas e suínicas**: Aspectos técnicos e econômicos. São Paulo: ADM Bioproducts, 2000, 32p.

HAN, Y.; SUZUKI, H.; PARSONS, C.M. et al. Amino acid fortification of a low-protein corn and soybean meal diet for chicks. **Poultry Science**, v. 71, p. 1168-1178, 1992.

HUSSEIN, A.S.; CANTOR, A.H.; PESCATORE, A.J. et al. Effect of low protein diets with amino acid supplementation on broiler growth. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 10, p. 354-362, 2001.

HUSTON, R.L.; SCOTT, H.M. Effect of varying the composition of a crystalline amino acid mixture on weight gain and pattern of free amino acids in chick tissue. **Federation Proceedings**, v. 27, p. 1204-1209, 1968.

KERR, B.J.; KIDD, M.T. Amino acid supplementation of low-protein broiler diets: 1. glutamic acid and indispensable amino acid supplementation. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 8, p. 298-309, 1999a.

KERR, B.J.; KIDD, M.T. Amino acid supplementation of low-protein broiler diets: 2. Formulation on an ideal amino acid basis. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 8, p. 310-320, 1999b.

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

KLAIN, G.J.; SCOTT, H.M.; JOHNSON, B.C. The amino acid requirement of the growing chick fed a crystalline amino acid diet. **Poultry Science**, v. 39, p. 39-44, 1960.

KOH, K.; MACLEOD, M.G. Circadian variation in heat production and respiratory quotient in growing broilers maintained at different food intakes and ambient temperatures. **British Poultry Science**, v. 40, p. 353-356, 1999a.

KOH, K.; MACLEOD, M.G. Effects of ambient temperature on heat increment of feeding and energy retention in growing broilers maintained at different food intakes. **British Poultry Science**, v. 40, p. 511-516, 1999b.

LECLERCQ, B.; CHAGNEAU, A.M.; COCHARD, T. et al. Comparative responses of genetically lean and fat chickens to lysine, arginine and non-essential amino acid supply. Growth and body composition. **British Poultry Science**, v. 35, p. 687-696, 1994.

LONGO, F.A. **Estudo do metabolismo energético e do crescimento em frangos de corte**. 2000. 76 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP, 1994, 296p.

MACHADO, J.R.S.A. **Efeito da temperatura de incubação e de criação sobre o desenvolvimento de vísceras, composição química da carcaça e morfometria intestinal de frangos**. 2001. 48 f. Monografia (Trabalho de graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

MACK, S.; BERCOVICI, D.; GROOTE, G. et al. Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. **British Poultry Science**, v. 40, p. 257-265, 1999.

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

MACLEOD, M.G. Fat deposition and heat production as responses to surplus dietary energy in fowls given a wide range of metabolisable energy:protein rations. **British Poultry Science**, v.32, p.1097-1108, 1991.

MACLEOD, M.G. Energy and nitrogen intake, expenditure and retention at 32°C in growing fowl given diets with a range of energy and protein contents. **British Journal of Nutrition**, 67:195-206, 1992.

MACLEOD, M.G. Effects of amino acid balance and energy: protein ratio on energy and nitrogen metabolism in male broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 38, p. 405-411, 1997.

MAIORKA, A.M. **Efeito da forma física e do nível de energia da ração em dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis sobre o desempenho e a composição de carcaça de frangos de corte, machos, dos 21 aos 42 dias de idade.** 1998. 116 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

MARKS, H.L.; PESTI, G.M. The roles of protein level and diet form in water consumption and abdominal fat pad deposition of broilers. **Poultry Science**, v. 63, p. 1617-1625, 1984.

MENDONZA, M.O.B.; COSTA, P.T.C.; KATZER, L.H. et al. Desempenho de frangos de corte, sexados, submetidos a dietas formuladas pelos conceitos de proteína bruta *versus* proteína ideal. **Ciência Rural**, v. 31, p. 111-115, 2001.

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

MORAN JR., E.T.; STILBORN, H.L. Effect of glutamic acid on broilers given submarginal crude protein with adequate essential amino acids using feeds high and low in potassium. **Poultry Science**, v. 75, p. 120-129, 1996.

MORRIS, T.R.; GOUS, R.M.; FISCHER, C. An analysis of the hypothesis that amino acid requirements for chicks should be stated as a proportion of dietary protein. **World's Poultry Science**, v. 55, p. 7-22, 1999.

MUSHARAF, N.A.; LATSHAW, J.D. Heat increment as affected by protein and amino acid nutrition. **World's Poultry Science**, v. 55, p. 233-240, 1999.

NIETO, R.; AGUILERA, J.F.; FERNÁNDEZ-FÍGARES, I. et al. Effect of a low protein diet on the energy metabolism of growing chickens. **Archives of Animal Nutrition**, v. 50, p. 105-119, 1997.

NRC. National Research Council. **Nutrient Requirement of Poultry**. 8ed. Washington: University press, 1984.

NRC. National Research Council. **Nutrient Requirement of Poultry**. 9ed. Washington: University press, 1994.

PARR, J.F.; SUMMERS, J.D. The effect of minimizing amino acid excesses in broiler diets. **Poultry Science**, v. 70, p. 1540-1549, 1991.

PARSONS, C.M. Digestible amino acids for poultry and swine. **Animal Feed Science and Technology**, v. 59, p. 147-153, 1996.

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

POND, W.G.; CHURCH, D.C.; POND, K.R. **Basic Animal Nutrition and Feeding**. 4 ed. New York: John Wiley & Sons, 1995. 615p.

POPE, T.; EMMERT, J.L. Phase-feeding supports maximum growth performance of broiler chicks from forty-three to seventy-one days of age. **Poultry Science**, v. 80, p. 345-352, 2001.

ROSTAGNO, H.S; PUPA, J.M.R.; PACK, M.J. Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acids. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 4, p. 293-299, 1995.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2000. 141p.

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

SABINO, H.F.N. **Determinação do nível protéico da dieta para frangos de corte em crescimento**. 2001. 35 f. Monografia (Trabalho de graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

SASSE, C.E.; BAKER, D.H. Modification of the Illinois reference standard amino acid mixture. **Poultry Science**, v. 52, p. 1970-1972, 1973.

SUIDA, D. Papel da nutrição protéica para frangos de corte. **Avicultura Industrial**, v. 91, p. 30-36, 2000.

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

STERLING, K.G.; COSTA, E.F.; HENRY, M.H. et al. Responses of broiler chickens to cottonseed- and soybean meal-based diets at several protein levels **Poultry Science**, v. 81, p. 217-226, 2002.



TEMIM, S.; CHAGNEAU, A.M.; GUILLAUMIN, S. et al. Effects of chronic heat exposure and protein intake on growth performance, nitrogen retention and muscle development in broiler chickens. **Reproduction, Nutrition, Development**, v. 39, p. 145-156, 1999.

TEMIM, S.; CHAGNEAU, A.M.; GUILLAUMIN, S. et al. Does excess dietary protein improve growth performance and carcass characteristics in heat-exposed chickens?. **Poultry Science**, v. 79, p. 312-317, 2000a.

TEMIM, S.; CHAGNEAU, A.M.; PERESSON, R. et al. Chronic heat exposure alters protein turnover of three different skeletal muscles in finishing broiler chickens fed 20 or 25% protein diets. **Journal of Nutrition**, v. 130, p. 813-819, 2000b.

WALDROUP, P.W. Influence of environmental temperature on protein and amino acid needs of poultry. **Federation Proceedings**, v. 41, p. 2821-2823, 1982.

WARREN, W.A.; EMMERT, J.L. Efficacy of phase-feeding in supporting growth performance of broiler chicks during the starter and finisher phases. **Poultry Science**, v. 79, p. 764-770, 2000.

WILLIAMS, P.E.V. Animal production and European pollution problems. **Animal Feed Science and Technology**, v. 53, p. 135-144, 1995a.

WILLIAMS, P.E.V. Digestible amino acids for non-ruminant animals: theory and recent challenges. **Animal Feed Science and Technology**, v. 53, p. 173-183, 1995b.

## **CAPÍTULO 2 - EFEITO DE DIETAS COM BAIXO TEOR PROTÉICO PARA FRANGOS DE CORTE DE 7 A 21 DIAS CRIADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

### **Efeito de dietas com baixo teor protéico para frangos de corte de 7 a 21 dias criados em diferentes temperaturas**

**RESUMO** - Este experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar a utilização de dietas com baixo teor protéico, formuladas usando o conceito de proteína ideal, para frangos de corte de 7 a 21 dias criados em diferentes temperaturas. Foram utilizados 900 pintos de 7 dias de idade, machos, Cobb-500, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 3 x 3, com os fatores: níveis de proteína bruta (21,5; 20,0 e 18,5%) e temperaturas ambiente (fria, termoneutra e quente), totalizando nove tratamentos com quatro repetições de 25 aves cada. Foram avaliados o desempenho, rendimento de carcaça e de cortes comerciais, percentagem de gordura abdominal, temperaturas superficiais e cloacal e a perda de calor por radiação. O teor protéico das dietas e a temperatura ambiente proporcionaram resultados independentes para todas as características avaliadas. As temperaturas quente e fria prejudicaram o desempenho dos pintos de maneira diferente, sendo que a temperatura quente acentuou a queda no ganho de peso e a temperatura fria proporcionou a pior conversão alimentar. O desempenho foi prejudicado pela redução dos níveis de proteína bruta. A temperatura quente conduziu a um maior rendimento de carcaça, asas, gordura abdominal e menor rendimento de peito. A redução do teor protéico em 3 pontos percentuais reduz o rendimento de peito, aumenta o de coxa+sobrecoxa e a gordura abdominal. Em temperatura fria os pintos regularam melhor a temperatura interna do que em temperatura quente, enquanto que os níveis de proteína bruta dietética não influenciaram a homeostase térmica dos pintos.

**Palavras-Chave:** aminoácidos, baixa proteína, frangos de corte, homeostase térmica, proteína ideal, temperatura ambiente

## Introdução

A produtividade dos frangos de corte é fortemente determinada pelas condições de criação na fase inicial. Dentre os inúmeros fatores que podem afetar o desenvolvimento dos pintos inserem-se o nível protéico da dieta e a temperatura de criação.

O uso de dietas de baixa proteína proporciona resultados de desempenho controversos para pintos em fase inicial, onde alguns estudos mostraram ser possível a redução (PARR & SUMMERS, 1991; HAN et al., 1992; SUMMERS et al., 1992; DESCHEPPER & DE GROOTE, 1995) e outros encontraram prejuízos no desempenho (PINCHASOV et al., 1990; CABEL & WALDROUP, 1991; FERGUSON et al., 1998b; COSTA et al., 2001; HUSSEIN et al., 2001; BREGENDAHL et al., 2002).

Atualmente, tem sido especulado que pelo uso do conceito de proteína ideal é possível reduzir o teor de proteína bruta das dietas. A proteína ideal seria aquela capaz de fornecer aminoácidos na quantidade e proporção exatos para manutenção e máxima deposição protéica. Nesse sentido, na prática, foi proposto que a exigência de todos os aminoácidos essenciais digestíveis devem ser expressos como uma percentagem da lisina digestível. A redução do teor de proteína bruta possibilitaria minimização dos excessos dos aminoácidos não limitantes, enquanto que os aminoácidos limitantes seriam fornecidos na forma sintética.

Com relação a temperatura de criação, sabe-se que durante os primeiros dias de vida os pintos apresentam o sistema termorregulador deficiente e de acordo com FURLAN & MACARI (2002) somente entre 10 e 15 dias de idade esse sistema passa a operar com eficiência. Portanto, os pintos jovens necessitam de uma fonte externa de calor para manter sua homeostase térmica, e conseqüentemente para que o desempenho não seja prejudicado.

Devido ao alto incremento calórico da proteína (MUSHARAF & LATSHAW, 1999), parece não ser pertinente a redução do teor protéico para pintos na fase inicial, se criados em condições de baixa temperatura. No entanto, não existem trabalhos na literatura abordando a interação nutrição protéica e temperatura ambiente para a fase inicial.

Sabe-se que dietas de baixa proteína são efetivas em reduzir a excreção de nitrogênio para o ambiente (FERGUSON et al., 1998a,b; BLAIR et al., 1999; ALETOR et al., 2000; BREGENDAHL et al., 2002), o que tem feito aumentar o interesse de técnicos e pesquisadores por esse tipo de dieta, em face ao seu menor impacto ambiental.

Considerando que os resultados de desempenho envolvendo dietas de baixa proteína são controversos, aliada a falta de informação a respeito da interação entre nutrição protéica e temperatura de criação na fase inicial dos pintos, foi conduzido um experimento com o objetivo de avaliar o desempenho, as características de carcaça e alguns índices da manutenção da homeostase térmica de pintos de 7 a 21 dias, recebendo dietas de baixo teor protéico formuladas pelo conceito de proteína ideal e criados em temperaturas fria, termoneutra e quente.

## **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido nas câmaras climatizadas do Setor de Avicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, SP.

Durante o período de 1 a 7 dias de idade (período pré-experimental) as aves receberam uma dieta controle (Tabela 01) e foram criadas em temperatura termoneutra ( $32,1 \pm 2,4^{\circ}\text{C}$ ) com umidade relativa do ar de  $54,8 \pm 13,0\%$ . Para iniciar o experimento, no 7º dia de idade, foi feita pesagem de uma amostra do lote para determinação do peso médio e foram montadas unidades experimentais com pintos pesando em média  $162,1 \pm 1,3\text{g}$ . Foram utilizados 900 pintos de corte, machos, da linhagem comercial Cobb-500, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial  $3 \times 3$ , com os fatores: níveis de proteína bruta (21,5; 20,0 e 18,5%) e temperaturas ambiente (fria, termoneutra e quente, Tabela 3), totalizando nove tratamentos com quatro repetições de 25 aves cada. Durante todo o período de criação (1 a 21 dias) a ração e a água foram fornecidas à vontade e as aves manejadas convencionalmente.

As dietas experimentais estão apresentadas na Tabela 1 com a composição em aminoácidos na Tabela 2. Antes da elaboração das dietas experimentais o milho e o farelo de soja foram analisados quanto aos teores de proteína bruta (PB) (Kjeldahl) e aminoácidos (Cromatografia Líquida de Alta Performance, HPLC), sendo que para a

energia metabolizável e demais nutrientes utilizou-se os valores propostos pelo NRC (1994). Foram adotados os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos do milho e do farelo de soja de acordo com o NRC (1994), exceto triptofano (LESSON & SUMMERS, 2001). Considerou-se digestibilidade de 100% para os aminoácidos sintéticos (CHUNG & BAKER, 1992) e os valores de energia metabolizável e PB foram conforme o NRC (1994).

Foram formuladas três dietas, uma dieta utilizando o conceito de PB (controle com 21,5% de PB) e duas usando o conceito de proteína ideal com redução de 1,5 e 3,0 pontos percentuais no teor de PB em relação à dieta controle (20,0 e 18,5% de PB). A dieta controle foi formulada para conter os níveis de energia metabolizável, PB, cálcio, fósforo disponível, sódio, lisina total e metionina+cistina total de acordo com (COBB, 2001). O nível de lisina digestível das dietas com 20,0 e 18,5% de PB foram iguais aos da dieta controle, enquanto que os demais aminoácidos digestíveis foram estabelecidos através da relação ideal aminoácido:lisina proposta por BAKER & HAN (1994): lisina 100%, metionina + cistina 72%, treonina 67%, valina 77%, arginina 105%, histidina 32%, isoleucina 67%, triptofano 16%, leucina 109% e fenilalanina + tirosina 105%. O teor de energia e demais nutrientes foram semelhantes aos da dieta controle, inclusive o balanço eletrolítico (sódio, potássio e cloro) através da suplementação com bicarbonato de sódio e cloreto de potássio.

**Tabela 1** - Composição percentual e calculada das dietas experimentais para a fase inicial.

Ingredientes	Proteína bruta	Proteína ideal	
	21,5% (controle)	20,0%	18,5%
Milho	54,72	60,45	66,76
Farelo de soja	36,62	31,10	24,91
Óleo de soja	4,76	3,70	2,53
Fosfato bicálcico	1,77	1,83	1,89
Calcário calcítico	1,08	1,08	1,08
Sal comum	0,45	0,30	0,13
Bicarbonato de sódio	-	0,23	0,49
Cloreto de potássio 60%	-	0,16	0,33
Cloreto de colina 60%	0,10	0,10	0,10
Coxistac 12%	0,05	0,05	0,05
Bacitracina de zinco 15%	0,03	0,03	0,03
Suplemento vitaminas/minerais <sup>1</sup>	0,10	0,10	0,10
L-lisina	-	0,18	0,39
DL-metionina	0,32	0,30	0,35
L-treonina	-	0,08	0,17
L-triptofano	-	0,03	0,05
L-valina	-	0,13	0,23
L-arginina	-	0,07	0,23
L-Isoleucina	-	0,08	0,18
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Energia e nutrientes<sup>2</sup></b>		<b>Composição calculada</b>	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3080	3080	3080
Proteína bruta (%)	21,5	20,0	18,5
Cálcio (%)	0,97	0,97	0,97
Fósforo disponível (%)	0,47	0,47	0,47
Potássio (%)	0,90	0,90	0,90
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20
Cloro (%)	0,35	0,35	0,35
Balanço eletrolítico (meq/kg)	219	219	219
Colina (ppm)	1962	1844	1710

<sup>1</sup> **Suplemento vitaminas/minerais** - Níveis por kg de ração: vitamina A 1.500 UI; vitamina D3 500 UI; vitamina E 20 mg; vitamina K 0,5 mg; vitamina B1 2,0 mg; vitamina B2 6,6 mg; vitamina B12 20,0 mcg; ácido fólico 0,1 mg; ácido pantotênico 10,00 mg; niacina 100,0 mg; antioxidante 125 mg; cobre 10,0 mg; ferro 50,0 mg; iodo 1,365 mg; manganês 88,00 mg; selênio 0,25 mg; zinco 100 mg.

<sup>2</sup> Composição em aminoácidos na **Tabela 2**.

**Tabela 2** - Níveis calculados de aminoácidos totais (AATT), digestíveis (AADI), relação aminoácido digestível:lisina digestível (AA:LI), total de aminoácidos essenciais (AAE), total de aminoácidos não essenciais (AANE) e relação aminoácido essencial: não essencial (AAE:AANE) das dietas iniciais.

Aminoácidos essenciais	Proteína bruta			Proteína ideal					
	21,5% (controle)			20,0%			18,5%		
	AATT	AADI	AA:LI	AATT	AADI	AA:LI	AATT	AADI	AA:LI
Lisina	1,25	1,13	-	1,24	1,13	-	1,23	1,13	-
Metionina+cistina	0,95	0,87	77	0,88	0,81	<b>72</b>	0,88	0,81	<b>72</b>
Triptofano	0,24	0,17	15	0,24	0,18	<b>16</b>	0,23	0,18	<b>16</b>
Treonina	0,88	0,76	<b>67<sup>1</sup></b>	0,86	0,76	<b>67</b>	0,85	0,76	<b>67</b>
Arginina	1,39	1,27	112	1,22	1,19	<b>105</b>	1,28	1,19	<b>105</b>
Isoleucina	0,84	0,77	68	0,82	0,76	<b>67</b>	0,81	0,76	<b>67</b>
Valina	0,91	0,83	73	0,95	0,87	<b>77</b>	0,94	0,87	<b>77</b>
Leucina	1,82	1,65	146	1,64	1,52	135	1,47	1,36	120
Histidina	0,58	0,52	46	0,52	0,47	42	0,47	0,42	37
Fenilalanina+tirosina	1,64	1,51	134	1,49	1,37	121	1,32	1,21	107
<b>Aminoácidos não essenciais</b>									
Ácido aspártico	2,48	-	-	2,18	-	-	1,85	-	-
Ácido glutâmico	3,82	-	-	3,44	-	-	3,01	-	-
Alanina	1,16	-	-	1,07	-	-	0,98	-	-
Cistina	0,28	-	-	0,26	-	-	0,24	-	-
Glicina	0,83	-	-	0,74	-	-	0,65	-	-
Prolina	1,47	-	-	1,36	-	-	1,24	-	-
Serina	1,16	-	-	1,04	-	-	0,91	-	-
Tirosina	0,54	-	-	0,49	-	-	0,44	-	-
<b>AAE</b>	10,5			9,9			9,5		
<b>AANE</b>	10,9			9,8			8,6		
<b>AAE:AANE</b>	49:51			50:50			52:48		

<sup>1</sup> valor em negrito indica relação ideal.

As aves foram distribuídas em três câmaras climatizadas (fria, termoneutra e quente, Tabela 3) que foram constituídas de material termo-isolante e cada uma possuía 16 unidades experimentais de 2,5 x 1,0 m. O aquecimento foi feito através de postes com lâmpadas infravermelhas de 250 watts e o resfriamento através de refrigeradores. Todo o sistema de aquecimento e refrigeração foi controlado por termostatos. A umidade relativa do ar não foi controlada, sendo apenas mensurada durante o período experimental.

**Tabela 3** - Temperatura ambiente e umidade relativa do ar (média  $\pm$  desvio padrão) obtidas de 7 a 21 dias de idade.

Temperatura	Temperatura ambiente (°C)	Umidade relativa (%)
<b>Fria</b>		
07 a 14 dias	21,1 $\pm$ 1,3	60,8 $\pm$ 10,9
15 a 21 dias	18,3 $\pm$ 1,2	72,1 $\pm$ 9,1
<b>Termoneutra</b>		
07 a 14 dias	29,0 $\pm$ 0,9	54,2 $\pm$ 9,9
15 a 21 dias	26,3 $\pm$ 1,5	72,6 $\pm$ 10,9
<b>Quente</b>		
07 a 14 dias	33,6 $\pm$ 0,9	50,8 $\pm$ 8,4
15 a 21 dias	33,3 $\pm$ 0,7	57,4 $\pm$ 11,3

Para avaliar as características de desempenho, toda a ração fornecida, a sobra de ração e as aves foram pesadas no 7º e no 21º dia de idade. Foram obtidos o consumo de ração (CR), peso corporal, ganho de peso corporal (GP) e conversão alimentar (CA=CR/GP) para o período de 7 a 21 dias. Diariamente, registrou-se o número de aves mortas, sendo a viabilidade criatória (VC) calculada da seguinte forma: VC = 100 - taxa de mortalidade.

Aos 21 dias de idade, foram selecionadas duas aves por unidade experimental, com peso médio semelhante ao da unidade experimental, para avaliar as características de carcaça. As aves foram abatidas por deslocamento cervical, pesadas, depenadas e evisceradas. Foram avaliados o rendimento de carcaça, peito, coxa+sobrecoxa, asas, dorso, pés, cabeça+pescoço e a percentagem de gordura abdominal. O rendimento de carcaça e a percentagem de gordura abdominal foram expressos em relação ao peso vivo, enquanto que as demais características foram em relação ao peso da carcaça.

Foram avaliadas as temperaturas superficiais e cloacal e a perda de calor por radiação em duas aves por unidade experimental aos 20 dias de idade.

Para a mensuração da temperatura superficial média (TSM) foram registradas as temperaturas (T) da asa, cabeça, canela e dorso através de um termômetro infravermelho (Horiba 330T, Japão). A TSM foi calculada segundo Richards (1971) citado por MALHEIROS et al. (2000):  $TSM = \{(0,12T_{asa}) + (0,03T_{cabeça}) + (0,15T_{canela}) + (0,70T_{dorso})\}$ .



A perda de calor por radiação (PCR) foi calculada através da fórmula proposta por Hardy (1949) citado por MALHEIROS et al. (2000):  $PCR = E_1 \cdot E_2 \cdot C \cdot A \cdot (TSM^4 - TMR^4)$  (watts).

onde,

$E_1$  = emissividade da superfície da ave (penas = 0,94)

$E_2$  = emissividade do ar (=1)

C = constante de Stefan-Boltzman ( $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$ )

A = área superficial da ave ( $\text{m}^2$ )

TSM = temperatura superficial média (K)

TMR = temperatura média radiante do ambiente (K)

Para a obtenção da área superficial da ave (**A**), os pintos utilizados na determinação da TSM foram pesados e empregou-se a fórmula:  $A = 9,85P^{0,67}$  ( $\text{cm}^2$ ) (Esmay, 1978 citado por MALHEIROS et al., 2000), onde P representa o peso corporal em gramas. A área superficial da ave foi transformada para  $\text{m}^2$  antes de sua utilização na fórmula. Para obter a temperatura média radiante do ambiente (TMR) foram instalados três termômetros de globo negro em cada câmara climatizada.

Para determinação da temperatura cloacal, foi inserida uma sonda na cloaca dos pintos em profundidade de aproximadamente 5 centímetros. A sonda foi acoplada a um termômetro (Yellow Spring Instruments, Model 46 TUC, Yellow Spring, USA) de onde foi medida a temperatura.

Os dados foram submetidos a análise de variância através do procedimento *General Linear Model* (GLM) do programa SAS<sup>®</sup> (SAS Institute, 2002) e em caso de diferença estatisticamente significativa as médias foram comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

## Resultados e discussão

Os resultados para consumo de ração (CR), ganho de peso corporal (GP), peso corporal (PC), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) estão apresentados na Tabela 4. Não ocorreram interações entre os fatores para todas as características de desempenho estudadas. A VC não foi influenciada por nenhum dos fatores.

Os pintos criados em temperatura quente apresentaram menor CR em relação aos criados em temperatura fria e termoneutra. A redução do CR em alta temperatura ocorreu como uma tentativa de aliviar o estresse por calor, pois como demonstrado por KOH & MACLEOD (1999a,b) e LONGO (2000) a produção de calor aumenta com a elevação do consumo de alimento. Por outro lado, o CR em temperatura fria não diferiu do obtido em termoneutra, o que conforme FURLAN & MACARI (2002) pode ter ocorrido em função dos pintos passarem grande parte do tempo agregados quando expostos a baixas temperaturas, visando uma menor dissipação de calor para o ambiente. De fato, foi possível observar que em temperatura fria os pintos passaram boa parte do tempo agregados, no entanto, não foi feita nenhuma medida desse comportamento.

**Tabela 4** - Consumo de ração (CR), ganho de peso corporal (GP), peso corporal (PC), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte de 7 a 21 dias de idade.

Fatores	Características avaliadas				
	CR	GP	PC	CA	VC
	-----g-----			----g/g----	----%----
<b>Temperatura ambiente</b>					
Fria	1006 a	667 b	829 b	1,51 a	99,1
Termoneutra	991 a	720 a	882 a	1,38 c	99,6
Quente	788 b	540 c	702 c	1,46 b	98,7
<b>Proteína bruta (%)</b>					
21,5 (controle)	929	663 a	826 a	1,40 b	99,1
20,0	934	641 b	803 b	1,46 a	98,3
18,5	923	623 c	784 c	1,48 a	100,0
<b>Probabilidades</b>					
<b>Temperatura ambiente (TP)</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68
<b>Proteína bruta (PB)</b>	0,51	0,00	0,00	0,00	0,28
<b>Interação TP x PB</b>	0,17	0,39	0,38	0,65	0,14
<b>CV (%)</b>	<b>2,54</b>	<b>2,78</b>	<b>2,23</b>	<b>2,87</b>	<b>2,52</b>

Médias seguidas de letras diferentes em uma mesma coluna, dentro de cada fator, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Os melhores valores de GP e PC foram obtidos em temperatura termoneutra. Para FURLAN & MACARI (2002) em temperatura termoneutra a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com mínimo gasto energético, enquanto que LONGO (2000) encontrou menor exigência de energia metabolizável para manutenção dentro da faixa termoneutra de frangos de corte. Portanto, essa melhor eficiência de

utilização da energia metabolizável em temperatura termoneutra, explica o maior GP e PC das aves. As temperaturas quente e fria prejudicaram o GP e o PC em relação a termoneutra, com piores resultados para a temperatura quente. Em temperatura fria os pintos provavelmente aumentaram a produção de calor pelo aumento da taxa metabólica, resultando em pior desempenho em relação a temperatura termoneutra. Em contra partida, em temperatura quente, o alto custo energético para a dissipação de calor através do resfriamento evaporativo foi responsável pela queda no desempenho. Para FURLAN & MACARI (2002) são necessárias 550 calorias para evaporar 1 g de água.

Com relação a CA, a temperatura fria provocou o pior resultado, seguida pela quente e o melhor valor foi obtido em temperatura termoneutra. Esses resultados indicam que a energia gasta para produzir calor em temperatura fria foi maior que a destinada para a dissipação de calor em temperatura quente. De fato, pintos na fase inicial, necessitam de temperatura ambiente elevada em função da imaturidade do sistema termorregulador, que de acordo com FURLAN & MACARI (2002) atinge sua plenitude entre 10 e 15 dias pós-eclosão. Para esses autores, isso ocorre devido a alta relação área/volume corporal, o que associado ao empenamento incompleto dificulta a retenção de calor. Ainda, MACARI et al. (1994) comentaram que as aves são desprovidas de tecido adiposo marrom que possui ação termogênica na maioria dos mamíferos.

Os níveis de proteína bruta (PB) não influenciaram o CR, entretanto, o PC, GP e CA foram prejudicados com a redução do teor protéico.

Uma série de trabalhos demonstraram que a redução do teor de PB não altera o CR de pintos de corte (PINCHASOV et al., 1990; SUMMERS et al., 1992; FERGUSON et al., 1998b; ARAÚJO, 2001) concordando com este estudo. Para GONZALES (2002) o controle do CR não é somente decorrente da quantidade de PB, mas também de sua qualidade, isto é, da concentração e do balanceamento entre os aminoácidos. No presente estudo, as dietas de baixa proteína não apresentaram deficiência em aminoácidos e os excessos foram reduzidos, o que pode ter contribuído para a não alteração do CR. No entanto, os resultados obtidos por COSTA et al. (2001) para

frangos machos e os de BREGENDAHL et al. (2002) mostraram que o CR aumentou para aves recebendo baixa PB.

Com relação a redução do teor protéico sobre o PC, GP e CA existem resultados que demonstraram pior desempenho, a semelhança do presente estudo (PINCHASOV et al., 1990; CABEL & WALDROUP, 1991; FERGUSON et al., 1998b; COSTA et al., 2001; HUSSEIN et al., 2001; BREGENDAHL et al., 2002). Enquanto que ARAÚJO (2001) conseguiu reduzir o teor protéico de 22 para 20%, no entanto, a redução para 18% prejudicou o GP e a CA. Por outro lado, os trabalhos de PARR & SUMMERS (1991), HAN et al. (1992), SUMMERS et al. (1992) e DESCHEPPER & DE GROOTE (1995) diferentemente do presente estudo, indicaram que foi possível reduzir o teor de PB sem prejudicar o desempenho de pintos de corte.

Existem inúmeras possíveis explicações para a queda no desempenho ao alimentar pintos com dietas de baixa PB. A primeira refere-se a deficiência de aminoácidos essenciais (AEE), sendo assim os piores desempenhos obtidos nas pesquisas de CABEL & WALDROUP (1991) e COSTA et al. (2001) são questionáveis, uma vez que as dietas de baixa PB foram suplementadas somente com metionina e lisina (mais treonina para COSTA et al., 2001), ocorrendo deficiência de aminoácidos essenciais, embora essas dietas apresentem um caráter bastante prático, uma vez que utilizaram os aminoácidos disponíveis comercialmente para alimentação animal. Contudo, PINCHASOV et al. (1990), HUSSEIN et al. (2001) e BREGENDAHL et al. (2002) ajustaram as dietas para todos os aminoácidos essenciais e ainda assim o desempenho foi prejudicado.

Outro fator refere-se a variação na proporção entre AAE e aminoácidos não essenciais (AANE). A Tabela 2 mostra que as dietas utilizadas no experimento continham relações AAE:AANE ligeiramente menores que a preconizada por BEDFORD & SUMMERS (1985) de 55:45. No entanto, a medida que a PB das dietas foi reduzida, as relações AAE:AANE foram se aproximando de 55:45, indicando que esse não foi o fator que limitou o desempenho das aves. Os trabalhos de PINCHASOV et al. (1990), PARR & SUMMERS (1991), HUSSEIN et al. (2001) e BREGENDAHL et al. (2002) não encontraram efeito da suplementação de AANE (ácido glutâmico,

alanina, glutamina, asparagina) em dietas de baixa PB. No entanto, PARR & SUMMERS (1991) mostraram que o nível de glicina foi limitante em dietas de baixa PB. Todavia, nas dietas experimentais do presente estudo os níveis de glicina+serina foram superiores as recomendações de BAKER & HAN (1994), NRC (1994) e ROSTAGNO et al. (2000), indicando que essa não foi a causa da queda de desempenho.

As dietas de baixa proteína podem conter teores reduzidos de potássio e de colina em função da menor inclusão de farelo de soja que é rico nesses nutrientes. As dietas deste estudo foram isototássicas, não sendo isocolina (Tabela 1). No entanto, no estudo de FANCHER & JENSEN (1989) as dietas de baixa proteína foram suplementadas com cloreto de colina e proporcionaram desempenho inferior aos da dieta controle.

Para Rérat et al. (1992) citados por BREGENDAHL et al. (2002) os aminoácidos livres das dietas suplementadas com aminoácidos sintéticos aparecem em menores concentrações no sangue portal do que os provenientes da proteína intacta, indicando que os aminoácidos livres são preferencialmente metabolizados pelos enterócitos, diminuindo sua biodisponibilidade em comparação aos aminoácidos na forma de peptídeos (proteína intacta). Ainda, para PINCHASOV et al. (1990) e RUTZ (2002) os peptídeos provenientes da digestão da proteína intacta são absorvidos de maneira mais rápida pelos enterócitos do que os aminoácidos livres presentes em dietas suplementadas com aminoácidos sintéticos. Para PINCHASOV et al. (1990) essa menor taxa de absorção resultaria em menor disponibilidade de aminoácidos essenciais para síntese protéica nos tecidos. Além disso, BATAL & PARSONS (2002a, b) mostraram que dietas purificadas com 14,4% de proteína bruta proporcionaram piores ganho de peso e conversão alimentar em relação a uma dieta padrão com 23% de proteína. BATAL & PARSONS (2002a) mostraram que as dietas purificadas conduziram a uma menor altura e largura dos vilos e menor profundidade de cripta, sendo esses um dos possíveis fatores limitantes do desempenho.

No presente estudo, as dietas com 21,5; 20,0 e 18,5% de PB continham 99,1; 96,4 e 91,9% de proteína intacta (milho + farelo de soja) respectivamente, sendo o restante do nitrogênio proveniente dos aminoácidos sintéticos. Os aminoácidos

essenciais digestíveis provenientes da proteína intacta para as dietas com 21,5, 20,0 e 18,5% são apresentados entre parênteses, respectivamente: lisina (100,0; 87,4 e 73,4%), metionina+cistina (63,5; 63,1 e 57,3%), triptofano (100,0; 85,0 e 73,2%), treonina (100,0; 90,1 e 78,2%), arginina (100,0; 94,5 e 81,0%), isoleucina (100,0; 89,7 e 76,3%), valina (100,0; 85,2 e 74,2%), leucina, histidina e fenilalanina+tirosina (100,0; 100,0 e 100,0%). Dessa forma, parece pertinente adotar o mínimo de proteína intacta de 99,1% para frangos de corte na fase inicial.

Outra possibilidade seria o aumento da produção de calor pelas dietas de baixa proteína, que foi correlacionado por BUYSE et al. (1992) com uma maior secreção de  $T_3$ , e que para CAREW et al. (1997) está associado a deficiência dos aminoácidos isoleucina, arginina, lisina, metionina e triptofano. A maior produção de calor pode conduzir a uma menor eficiência de utilização da energia para crescimento devido a elevação da exigência de energia metabolizável para manutenção como observado por NIETO et al. (1997). No entanto, essa maior produção de calor por dietas de baixa proteína não foi observada por MACLEOD (1990, 1991, 1992 e 1997).

MACLEOD (1990) verificou que dietas isocalóricas com maior energia proveniente de carboidratos provocaram maiores valores de produção de calor em relação as com energia proveniente do óleo. Como pode ser observado na Tabela 1, a redução no teor protéico fez aumentar a energia proveniente dos carboidratos, mediante a redução na inclusão do óleo de soja e aumento do milho.

A Tabela 5 mostra os resultados para rendimento de carcaça, cortes comerciais e gordura abdominal. Não constatou-se interação entre os fatores para todas as variáveis testadas. O rendimento de dorso, pés e cabeça+pescoço não se alteraram em função da temperatura ambiente ou dos níveis de PB.

A temperatura quente aumentou o rendimento de carcaça em relação as temperaturas fria e termoneutra as quais não diferiram uma da outra. Esse resultado pode ser explicado pelo menor desenvolvimento visceral das aves criadas em temperatura quente, devido a menor taxa metabólica (MACHADO, 2001) e menor empenamento em função da grande necessidade de dissipação de calor (GERAERT et al., 1993).

O ambiente quente reduziu o rendimento de peito e melhorou o rendimento de asas e coxa+sobrecoxa ( $p=0,13$ ) em relação a temperatura fria, concordando com BAZIZ et al. (1996), TEMIM et al. (1999) e TEMIM et al. (2000) que verificaram esse efeito para frangos em idade de abate. BAZIZ et al. (1996) mostraram que a redução do rendimento de peito não ocorreu em função do menor CR em temperatura quente, uma vez que utilizaram um grupo controle ( $22^{\circ}\text{C}$ ) que recebeu a mesma quantidade de ração das aves criadas em temperatura quente.

**Tabela 5** - Rendimento de carcaça (Carc), peito, coxa+sobrecoxa (Co+So), asas, dorso, pés, cabeça+pescoço (C+Pe) e de gordura abdominal (GA) de frangos de corte aos 21 dias de idade.

Fatores	Características avaliadas <sup>1</sup>							
	Carc	Peito	Co+So	Asas	Dorso	Pés	C+Pe	GA
------%-----								
<b>Temperatura ambiente</b>								
Fria	81,80 <b>b</b>	25,15 <b>a</b>	26,11	10,65 <b>b</b>	18,37	5,62	14,19	1,09 <b>b</b>
Termoneutra	81,25 <b>b</b>	24,10 <b>b</b>	26,48	10,96 <b>ab</b>	18,72	5,70	14,24	1,46 <b>a</b>
Quente	83,71 <b>a</b>	23,98 <b>b</b>	26,60	11,25 <b>a</b>	18,55	5,60	14,10	1,54 <b>a</b>
<b>Proteína bruta (%)</b>								
21,5 (controle)	82,17	25,01 <b>a</b>	26,05 <b>b</b>	11,08	18,25	5,64	14,22	1,17 <b>b</b>
20,0	82,41	24,65 <b>a</b>	26,23 <b>b</b>	10,95	18,60	5,59	14,03	1,40 <b>ab</b>
18,5	82,18	23,57 <b>b</b>	26,92 <b>a</b>	10,82	18,80	5,69	14,27	1,52 <b>a</b>
<b>Probabilidades</b>								
<b>Temperatura ambiente (TP)</b>	0,00	0,01	0,13	0,02	0,52	0,47	0,87	0,00
<b>Proteína bruta (PB)</b>	0,79	0,00	0,00	0,42	0,20	0,54	0,67	0,02
<b>Interação TP x PB</b>	0,29	0,72	0,55	0,20	0,27	0,23	0,93	0,41
<b>CV (%)</b>	<b>1,18</b>	<b>3,98</b>	<b>2,24</b>	<b>4,42</b>	<b>3,96</b>	<b>3,67</b>	<b>4,80</b>	<b>20,55</b>

Médias seguidas de letras diferentes em uma mesma coluna, dentro de cada fator, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). <sup>1</sup> Rendimento de carcaça e de gordura abdominal expressos em relação ao peso vivo e demais cortes em relação ao peso da carcaça.

A explicação para esses resultados reside no fato de que a musculatura do peito possui metabolismo anaeróbio utilizando glicogênio como substrato energético, enquanto que a musculatura da coxa+sobrecoxa utiliza ácidos graxos para suprimento de energia com metabolismo aeróbio (MACARI et al., 1994). Durante o estresse por calor ocorre aumento na ofegação numa tentativa de perder calor, conduzindo a maior atividade da musculatura do peito e como as reservas de glicogênio no organismo são muito limitadas o desenvolvimento da musculatura do peito é prejudicada. Contudo, o rendimento de coxa+sobrecoxa e asas não são reduzidos, pois as aves estocam quantidades consideráveis de gordura.

A temperatura fria proporcionou menor percentagem de gordura abdominal em relação as temperaturas neutra e quente que apresentaram resultados semelhantes entre si. Para BAZIZ et al. (1996) a maior deposição de gordura em frangos criados em temperatura quente pode ocorrer em função de um aumento da atividade da lipase lipoprotéica no tecido adiposo das aves, que para MACHADO (2002) é responsável pela liberação dos ácidos graxos das lipoproteínas incorporando-os nos adipócitos. Ocorre também, uma diminuição da taxa metabólica das aves criadas em temperatura quente, resultando em maior quantidade de gordura depositada. Uma outra possibilidade foi proposta por GERAERT et al. (1996) que observaram menor concentração plasmática de  $T_3$  em aves estressadas pelo calor e atribuíram a maior deposição de gordura a esse fato.

A redução do teor protéico não afetou o rendimento de carcaça e de asas. A dieta com 18,5% de PB reduziu o rendimento de peito e aumentou o de coxa+sobrecoxa em relação as dietas com 21,5 e 20,0% de PB, discordando parcialmente de SUMMERS et al. (1988) que não verificaram decréscimo no rendimento de carne de peito aos 21 dias de idade para dietas de baixo teor protéico. De acordo com SALMON et al. (1983) aves alimentadas com baixa proteína no período inicial apresentam menor rendimento de peito aos 42, 49 e 56 dias de idade, assim a determinação do rendimento de carcaça e cortes comerciais na fase inicial é importante, pois pode influenciar o rendimento futuro.

A dieta controle proporcionou menor percentual de gordura abdominal em relação a dieta com 18,5% de PB, sem diferir da dieta com 20,0%, concordando diversos autores (DARI, 1996; KIDD et al., 1996; MORAN JR & STILBORN, 1996; BARTOV & PLAVNIK, 1998; KERR & KIDD, 1999; ALETOR et al., 2000) embora trabalhando com frangos em idade de abate. O estudo de ALETOR et al. (2000) revelou que as dietas com teor protéico variando de 21,0 a 15,3% mesmo suplementadas com aminoácidos não essenciais (alanina, ácido aspártico e glutâmico) para atingirem os níveis de proteína de 22,5% (dieta controle) proporcionaram maior deposição de gordura corporal em relação a dieta controle. Aquelas dietas possuíam a mesma relação energia metabolizável: proteína, o que levou os autores a sugerirem que a



deposição de gordura em frangos é mais influenciada pela relação energia metabolizável: proteína intacta. Além disso, DIAS (1999) encontrou indícios de maior lipogênese hepática para frangos recebendo dietas de baixa proteína.

Os resultados obtidos para as temperaturas superficiais (asa, cabeça, canela e dorso), superficial média e cloacal e para perda de calor por radiação estão apresentados na Tabela 6. Não ocorreu interação entre os fatores estudados para nenhuma das características avaliadas. No entanto, foi possível observar que a temperatura das asas, cabeça, canela, dorso e superficial média foram maiores em temperatura quente, seguidas pela temperatura neutra e os menores valores observados para a temperatura fria. A temperatura cloacal foi semelhante nos ambientes frio e termoneutro, sendo ambos inferiores ao obtido em temperatura quente. Esse resultado indica que mesmo com o sistema termorregulador deficiente, os mecanismos usados pelos pintos na fase inicial para produção e conservação de calor em ambiente frio foram mais efetivos do que os para dissipação de calor no ambiente quente. Embora isso tenha ocorrido com grande gasto energético, o que pode ser evidenciado pela pior conversão alimentar apresentada por essas aves.

A perda de calor por radiação (PCR) foi maior em temperatura fria do que em termoneutra, sendo o menor resultado observado em temperatura quente. Para FURLAN & MACARI (2002) a PCR depende de uma diferença de temperatura entre a ave e o ambiente. Dessa forma, o maior valor de PCR para as aves criadas em ambiente frio ocorreu devido ao elevado gradiente de temperatura. Para a temperatura quente, a baixa PCR deixa evidente a pouca importância dos mecanismos de troca térmica que dependem de diferença da temperatura, como a condução, convecção e a radiação. Nesses casos, a forma mais eficaz de perder calor é através do resfriamento evaporativo que depende apenas de um gradiente de umidade.

**Tabela 6** - Temperatura das asas, cabeça, canela, dorso, superficial média (TSM), cloacal e perda de calor por radiação (PCR) de frangos de corte aos 20 dias de idade.

Fatores	Características avaliadas						
	Asas	Cabeça	Canela	Dorso	TSM	Cloacal	PCR
	°C						--watts--
<b>Temperatura ambiente</b>							
Fria	35,02 c	30,07 c	33,38 c	30,14 c	31,21 c	40,88 b	6,48 a
Termoneutra	36,23 b	32,88 b	35,57 b	34,25 b	34,64 b	41,12 b	4,65 b
Quente	39,10 a	37,67 a	38,53 a	38,10 a	38,27 a	42,12 a	1,97 c
<b>Proteína bruta (%)</b>							
21,5 (controle)	36,85	33,62	35,80	34,28	34,80	41,25	4,44
20,0	36,76	33,27	35,95	34,18	34,73	41,43	4,38
18,5	36,75	33,74	35,73	34,02	34,60	41,45	4,28
<b>Probabilidade</b>							
<b>Temperatura ambiente (TP)</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Proteína bruta (PB)</b>	0,93	0,21	0,86	0,74	0,79	0,29	0,67
<b>Interação TP x PB</b>	0,93	0,66	0,76	0,97	0,97	0,61	0,94
<b>CV (%)</b>	<b>1,88</b>	<b>1,96</b>	<b>2,87</b>	<b>2,36</b>	<b>2,10</b>	<b>0,78</b>	<b>10,30</b>

Médias seguidas de letras diferentes em uma mesma coluna, dentro de cada fator, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Os níveis de PB não exerceram influência sobre as temperaturas superficiais e cloacal e nem sobre a PCR, mostrando pouca influência sobre a homeostase térmica dos pintos na fase inicial.

## Conclusões

O teor protéico da dieta e a temperatura ambiente atuam sobre o desempenho, as características de carcaça e sobre os índices de regulação da homeostasia térmica de forma independente.

O desempenho dos pintos é prejudicado de maneira diferente pelas temperaturas quente e fria. A redução do teor protéico reduz o desempenho dos pintos.

A temperatura quente e as dietas de baixa proteína bruta interferem negativamente sobre as características de carcaça.

Em temperatura fria os pintos de corte regulam melhor a temperatura interna do que em temperatura quente, enquanto que os níveis de proteína bruta dietética não influenciam a homeostase térmica dos pintos de corte.

### **Referências bibliográficas**

ALETOR, V.A.; HAMID, I.I.; NIESS, E. et al. Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole body composition and efficiencies of nutrient utilisation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 547-554, 2000.

ARAÚJO, L.F. **Estudo de diferentes critérios de formulação de rações, com base em perfis de aminoácidos totais e digestíveis para frangos de corte**. 2001. 123 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v. 73, p. 1441-1447, 1994.

BARTOV, I.; PLAVNIK, I. Moderate excess of dietary protein increases breast meat yield of broiler chicks. **Poultry Science**, v. 68, p. 680-688, 1998.

BATAL, A.B.; PARSONS, C.M. Effect of age on nutrient digestibility in chicks fed different diet. **Poultry Science**, v. 81, p. 400-407, 2002a.

BATAL, A.B.; PARSONS, C.M. Effects of age on development of digestive organs and performance of chicks fed a corn-soybean meal versus a crystalline amino acid diet. **Poultry Science**, v. 81, p. 1338-1341, 2002b.

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

BEDFORD, M.R.; SUMMERS, J.D. Influence of the ratio of essential to non essential amino acids on performance and carcass composition of the broiler chick. **British Poultry Science**, v. 26, p. 483-491, 1985.

BLAIR, R.; JACOB, J.P.; IBRAHIM, S. et al. A quantitative assessment of reduced protein diets and supplements to improve nitrogen utilization. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 8, p. 25-47, 1999.

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

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

CABEL, M.C.; WALDROUP, P.W. Effect of dietary protein level and length of feeding on performance and abdominal fat content of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 70, p. 1550-1558, 1991.

CAREW, L.B.; EVARTS, K.G.; ALSTER, F.A. Growth and plasma thyroid hormone concentrations of chicks fed diets deficient in essential amino acids. **Poultry Science**, v. 76, p. 1398-1404, 1997.

CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. Apparent and true digestibility of a crystalline amino acid mixture and of a casein comparison of values obtained with ileal-cannulated pigs and cecectomized cockerels. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3781-3790, 1992.

COBB. Guia de manejo para frango de corte COBB 500. S.l.: s.n., 2001, 20p.

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

DARI, R.L. **Uso de aminoácidos digestíveis e do conceito da proteína ideal na formulação de rações para frangos de corte**. 1996. 155 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

DESCHEPPER, K.; DE GROOTE, G. Effect of dietary protein, essential and non essential amino acids on the performance and carcass composition of male broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 36, p. 229-245, 1995.

DIAS, T.S.L. **Metabolismo hepático de lipídios em frangos de corte (*Gallus domesticus*) com diferentes níveis de proteína e energia**. 1999. 59 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

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

FERGUSON, N.S.; GATES, R.S.; TARABA, J.L. et al. The effect of dietary protein and phosphorus on ammonia concentration and litter composition in broilers. **Poultry Science**, v. 77, p. 1085-1093, 1998a.

FERGUSON, N.S.; GATES, R.S.; TARABA, J.L. et al. The effect of dietary protein on growth, ammonia concentration, and litter composition in broilers. **Poultry Science**, v. 77, p. 1481-1486, 1998b.

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

GERAERT, P.A.; GUILLAUMIN, S.; LECLERCQ, B. Are genetically lean broilers more resistant to hot climate? **British Poultry Science**, v. 34, p. 643-653, 1993.

GERAERT, P.A.; PADILHA, J.C.F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: biological and endocrinological variables. **British Journal of Nutrition**, v. 75, p. 205-216, 1996.

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

HAN, Y.; SUZUKI, H.; PARSONS, C.M. et al. Amino acid fortification of a low-protein corn and soybean meal diet for chicks. **Poultry Science**, v. 71, p. 1168-1178, 1992.

HUSSEIN, A.S.; CANTOR, A.H.; PESCATORE, A.J. et al. Effect of low protein diets with amino acid supplementation on broiler growth. **Journal of Applied Poultry Research**, v.10, p. 354-362, 2001.

KERR, B.J.; KIDD, M.T. Amino acid supplementation of low-protein broiler diets: 2. Formulation on an ideal amino acid basis. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 8, p. 310-320, 1999.

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

KOH, K.; MACLEOD, M.G. Circadian variation in heat production and respiratory quotient in growing broilers maintained at different food intakes and ambient temperatures. **British Poultry Science**, v. 40, p. 353-356, 1999a.

KOH, K.; MACLEOD, M.G. Effects of ambient temperature on heat increment of feeding and energy retention in growing broilers maintained at different food intakes. **British Poultry Science**, v. 40, p. 511-516, 1999b.

LESSON, S.; SUMMERS, J.D. **Scott's Nutrition of the Chickens**. 4. ed. Ontario: University books, 2001. 591p.

LONGO, F.A. **Estudo do metabolismo energético e do crescimento em frangos de corte**. 2000. 76 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. Jaboticabal: FUNEP, 1994, 296p.

MACHADO, C.R. Crescimento do tecido adiposo In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (ed.). **Fisiologia Aviária: Aplicada a frangos de corte**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p. 299-311.

MACHADO, J.R.S.A. **Efeito da temperatura de incubação e de criação sobre o desenvolvimento de vísceras, composição química da carcaça e morfometria intestinal de frangos**. 2001. 48 f. Monografia (Trabalho de graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

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

MACLEOD, M.G. Fat deposition and heat production as responses to surplus dietary energy in fowls given a wide range of metabolisable energy:protein rations. **British Poultry Science**, v.32, p.1097-1108, 1991.

MACLEOD, M.G. Energy and nitrogen intake, expenditure and retention at 32°C in growing fowl given diets with a range of energy and protein contents. **British Journal of Nutrition**, 67:195-206, 1992.

MACLEOD, M.G. Effects of amino acid balance and energy: protein ratio on energy and nitrogen metabolism in male broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 38, p. 405-411, 1997.

MALHEIROS, R.D.; MORAES, V.M.B.; BRUNO, L.D.G. et al. Environmental temperature and cloacal and surface temperatures of broiler chicks in first week post-hatch. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 9, p. 111-117, 2000.

MORAN JR., E.T.; STILBORN, H.L. Effect of glutamic acid on broilers given submarginal crude protein with adequate essential amino acids using feeds high and low in potassium. **Poultry Science**, v. 75, p. 120-129, 1996.

MUSHARAF, N.A.; LATSHAW, J.D. Heat increment as affected by protein and amino acid nutrition. **World's Poultry Science**, v. 55, p. 233-240, 1999.

NIETO, R.; AGUILERA, J.F.; FERNÁNDEZ-FÍGARES, I. et al. Effect of a low protein diet on the energy metabolism of growing chickens. **Archives of Animal Nutrition**, v. 50, p. 105-119, 1997.



NRC. National Research Council. **Nutrient Requirement of Poultry**. 9ed. Washington: University press, 1994.

PARR, J.F.; SUMMERS, J.D. The effect of minimizing amino acid excesses in broiler diets. **Poultry Science**, v. 70, p. 1540-1549, 1991.

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

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2000. 141p.

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

SALMON, R.E.; CLASSEN, H.L.; McMILLAN, R.K. Effect of starter and finisher protein on performance, carcass grade and meat yield of broilers. **Poultry Science**, v. 62, p. 837-845, 1983.

SAS Institute, 2002. **SAS® User's Guide: Statistics**, SAS Institute Inc, Cary, NC.

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

SUMMERS, J.D.; LESSON, S.; SPRATT, D. Yield and composition of edible meat from male broilers as influenced by dietary protein level and amino acid supplementation. **Canadian Journal Animal Science**, v. 68, p. 241-248, 1988.

TEMIM, S.; CHAGNEAU, A.M.; GUILLAUMIN, S. et al. Effects of chronic heat exposure and protein intake on growth performance, nitrogen retention and muscle development in broiler chickens. **Reproduction, Nutrition, Development**, v. 39, p. 145-156, 1999.

TEMIM, S.; CHAGNEAU, A.M.; PERESSON, R. et al. Chronic heat exposure alters protein turnover of three different skeletal muscles in finishing broiler chickens fed 20 or 25% protein diets. **Journal of Nutrition**, v. 130, p. 813-819, 2000.

## **CAPÍTULO 3 - EFEITO DE DIETAS COM BAIXO TEOR PROTÉICO PARA FRANGOS DE CORTE DE 21 A 42 DIAS CRIADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

### **Efeito de dietas com baixo teor protéico para frangos de corte de 21 a 42 dias criados em diferentes temperaturas**

**RESUMO** - Este experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar a utilização de dietas com baixo teor protéico, formuladas usando o conceito de proteína ideal, para frangos de corte de 21 a 42 dias criados em diferentes temperaturas. Foram utilizados 720 frangos de 21 dias de idade, machos, Cobb-500, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 3 x 3, com os fatores: níveis de proteína bruta (20,0; 18,5 e 17,0%) e temperaturas ambiente (fria = 20°C, termoneutra = 25°C e quente = 33°C), totalizando nove tratamentos com quatro repetições de 20 aves cada. Foram avaliados o desempenho, rendimento de carcaça e de cortes comerciais, percentagem de gordura abdominal, temperaturas superficiais e cloacal e perda de calor por radiação. O desempenho dos frangos de corte foi prejudicado pela redução do teor protéico em temperatura quente, no entanto, pode-se administrar até 17,0% de proteína bruta em temperatura fria ou termoneutra. O rendimento de carcaça, coxa + sobrecoxa e asas foram aumentados em temperatura quente, enquanto que o rendimento de peito foi reduzido. A redução do teor protéico não interferiu no rendimento de carcaça e de cortes comerciais, elevando a percentagem de gordura abdominal. As temperaturas superficiais e cloacal aumentaram com a temperatura ambiente, e a perda de calor por radiação diminuiu. A homeostase térmica das aves não foi afetada pelos níveis de proteína bruta.

**Palavras-Chave:** aminoácidos, baixa proteína, frangos de corte, homeostase térmica, proteína ideal, temperatura ambiente

## Introdução

O estresse por calor é um dos principais fatores prejudiciais as características de interesse zootécnico de frangos de corte na fase de crescimento, o que tem feito aumentar o interesse de técnicos e pesquisadores por práticas que possam amenizar seus efeitos.

A proteína bruta da dieta apresenta alto incremento calórico (MUSHARAF & LATSHAW, 1999) e dessa forma, dietas de alta proteína prejudicam o desempenho dos frangos quando criados em alta temperatura ambiente (WALDROUP, 1982; CAHANER et al., 1995; CHENG et al., 1997a,b; CHENG et al., 1999). No entanto, os trabalhos de ALLEMAM & LECLERCQ (1997), TEMIM et al. (1999) e TEMIM et al. (2000a) colocaram em dúvida aqueles resultados ao demonstrarem que a redução do teor protéico agravou os efeitos do estresse por calor.

Tem sido especulada a possibilidade de redução do teor protéico pelo uso do conceito de proteína ideal, que pode ser definida como a proteína que fornece os aminoácidos na quantidade exata para manutenção e máxima deposição protéica. Na prática, foi proposto que a exigência de todos os aminoácidos essenciais digestíveis deve ser expressa como uma percentagem da lisina digestível. Além de reduzir o incremento calórico, essas dietas atraem bastante a atenção por constituírem uma possibilidade efetiva de redução na excreção de nitrogênio para o ambiente (FERGUSON et al., 1998a,b; BLAIR et al., 1999; ALETOR et al., 2000; BREGENDAHL et al., 2002).

Considerando as grandes perdas econômicas gerada pelo estresse por calor, aliada as divergências quanto a eficácia da redução do teor protéico em amenizar seus efeitos, são oportunas pesquisas que incluam esses fatores visando maiores esclarecimentos.

Este experimento teve por objetivos avaliar o desempenho, as características de carcaça e alguns índices da manutenção da homeostase térmica de frangos de 21 a 42 dias, recebendo dietas de baixo teor protéico formuladas pelo conceito de proteína ideal e criados em diferentes temperaturas (fria = 20°C, termoneutra = 25°C e quente = 33°C).

## Material e métodos

O experimento foi conduzido nas câmaras climatizadas do Setor de Avicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, SP.

No período pré-experimental, de 1 a 21 dias de idade, as aves receberam dieta controle (Tabela 1, dieta pré-experimental) e foram criadas em temperatura termoneutra, de acordo com o esquema: 1 a 7 dias temperatura (TP) de  $32,1 \pm 2,4^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa do ar (UR) de  $54,8 \pm 13,0\%$ ; de 8 a 14 dias TP de  $28,2 \pm 1,6^{\circ}\text{C}$  e UR de  $59,3 \pm 15,9\%$ ; de 15 a 21 dias TP de  $26,2 \pm 2,6^{\circ}\text{C}$  e UR de  $59,3 \pm 17,0\%$ . No 21º dia de idade, antes de iniciar o experimento, foi feita pesagem de uma amostra do lote para determinação do peso médio e foram montadas unidades experimentais com frangos pesando em média  $886,2 \pm 19,5\text{g}$ . Foram utilizados 720 frangos de corte, machos, da linhagem comercial Cobb-500, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial  $3 \times 3$ , com os fatores: níveis de proteína bruta (20,0; 18,5 e 17,0%) e temperatura ambiente (fria =  $20^{\circ}\text{C}$ , termoneutra =  $25^{\circ}\text{C}$  e quente =  $33^{\circ}\text{C}$ ), totalizando nove tratamentos com quatro repetições de 20 aves cada. Durante todo o período de criação (1 a 42 dias) a ração e a água foram fornecidas à vontade e as aves manejadas convencionalmente.

As dietas experimentais estão apresentadas na Tabela 1 com a composição em aminoácidos na Tabela 2. Antes da elaboração das dietas experimentais o milho e o farelo de soja foram analisados quanto aos teores de proteína bruta (PB) (Kjeldahl) e aminoácidos (Cromatografia Líquida de Alta Performance, HPLC), sendo que para a energia metabolizável e demais nutrientes utilizou-se os valores propostos pelo NRC (1994). Foram adotados os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos do milho e do farelo de soja de acordo com o NRC (1994), exceto triptofano (LESSON & SUMMERS, 2001). Considerou-se digestibilidade de 100% para os aminoácidos sintéticos (CHUNG & BAKER, 1992) e os valores de energia metabolizável e PB foram conforme o NRC (1994). Foi formulada uma dieta controle para conter os níveis de energia metabolizável, PB, cálcio, fósforo disponível, sódio, lisina total e metionina+cistina total de acordo com (COBB, 2001). As dietas com teor protéico reduzido (18,5 e 17,0%) foram formuladas pelo conceito de proteína ideal e continham

energia e nutrientes semelhantes aos da controle (exceto aminoácidos = proteína ideal). A relação ideal entre os aminoácidos foram de acordo com BAKER & HAN (1994): lisina 100%, metionina + cistina 75%, treonina 70%, valina 77%, arginina 105%, histidina 32%, isoleucina 67%, triptofano 17%, leucina 109% e fenilalanina + tirosina 105%. As dietas de baixo teor protéico foram suplementadas com bicarbonato de sódio e cloreto de potássio para conter as mesmas quantidades de sódio, potássio e cloro (mesmo equilíbrio eletrolítico) e com cloreto de colina para atingir os níveis da dieta controle.

**Tabela 1** - Composição percentual e calculada das dietas experimentais para a fase de crescimento.

Ingredientes	Dieta	Proteína bruta	Proteína ideal	
	Pré-experimental	20,0% (controle)	18,5%	17,0%
Milho	54,72	57,58	63,30	69,56
Farelo de soja	36,62	32,87	27,28	21,12
Óleo de soja	4,76	5,90	4,84	3,68
Fosfato bicálcico	1,77	1,70	1,76	1,82
Calcário calcítico	1,08	0,97	0,97	0,97
Sal comum	0,45	0,45	0,30	0,11
Bicarbonato de sódio	-	-	0,24	0,51
Cloreto de potássio	-	-	0,16	0,33
Cloreto de colina 60%	0,10	0,09	0,11	0,13
Coxistac 12%	0,05	0,05	0,05	0,05
Bacitracina de zinco 15%	0,03	0,03	0,03	0,03
Suplemento vi taminas/minerais <sup>1</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10
<hr/>				
L-lisina	-	-	0,18	0,38
DL-metionina	0,32	0,26	0,29	0,34
L-treonina	-	-	0,10	0,19
L-triptofano	-	-	0,04	0,06
L-valina	-	-	0,11	0,21
L-arginina	-	-	0,06	0,23
L-Isoleucina	-	-	0,08	0,18
<hr/>				
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Energia e nutrientes<sup>2</sup></b>	<b>Composição calculada</b>			
Energia metabolizável (kcal/kg)	3080	3190	3190	3190
Proteína bruta (%)	21,5	20,0	18,5	17,0
Cálcio (%)	0,97	0,90	0,90	0,90
Fósforo disponível (%)	0,47	0,45	0,45	0,45
Potássio (%)	0,90	0,83	0,83	0,83
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloro (%)	0,35	0,35	0,35	0,35
Balanço eletrolítico (meq/kg)	219	201	201	201
Colina (ppm)	1962	1815	1815	1815

<sup>1</sup> **Suplemento vitaminas/minerais** - Níveis por kg de ração: vitamina A 1.500 UI; vitamina D3 500 UI; vitamina E 20 mg; vitamina K 0,5 mg; vitamina B1 2,0 mg; vitamina B2 6,6 mg; vitamina B12 20,0 mcg; ácido fólico 0,1 mg; ácido pantotênico 10,00 mg; niacina 100,0 mg; antioxidante 125 mg; cobre 10,0 mg; ferro 50,0 mg; iodo 1,365 mg; manganês 88,00 mg; selênio 0,25 mg; zinco 100 mg.

<sup>2</sup> Composição em aminoácidos na Tabela 2, exceto dieta pré-experimental que continha 0,95% de metionina+cistina, 1,25% de lisina, 0,24% de triptofano e 0,88% de treonina totais.

**Tabela 2** - Níveis calculados de aminoácidos totais (AATT), digestíveis (AADi), relação aminoácido digestível:lisina digestível (AA:LI), total de aminoácidos essenciais (AAE), total de aminoácidos não essenciais (AANE) e relação aminoácido essencial: não essencial (AAE:AANE) das dietas de crescimento.

Aminoácidos essenciais	Proteína bruta			Proteína ideal					
	20,0% (controle)			18,5%			17,0%		
	AATT	AADI	AA:LI	AATT	AADI	AA:LI	AATT	AADI	AA:LI
Lisina	1,15	1,03	-	1,14	1,03	-	1,12	1,03	-
Metionina+cistina	0,85	0,77	<b>75</b> <sup>1</sup>	0,84	0,77	<b>75</b>	0,83	0,77	<b>75</b>
Triptofano	0,22	0,16	16	0,23	0,18	<b>17</b>	0,23	0,18	<b>17</b>
Treonina	0,81	0,71	69	0,81	0,72	<b>70</b>	0,80	0,72	<b>70</b>
Arginina	1,28	1,17	114	1,18	1,08	<b>105</b>	1,16	1,08	<b>105</b>
Isoleucina	0,77	0,71	69	0,74	0,69	<b>67</b>	0,74	0,69	<b>67</b>
Valina	0,85	0,77	75	0,86	0,79	<b>77</b>	0,86	0,79	<b>77</b>
Leucina	1,68	1,55	150	1,53	1,41	137	1,36	1,26	122
Histidina	0,54	0,49	48	0,49	0,44	43	0,43	0,39	38
Fenilalanina+tirosina	1,52	1,40	136	1,37	1,26	122	1,20	1,10	107
<b>Aminoácidos não essenciais</b>									
Ácido aspártico	2,27	-	-	1,97	-	-	1,64	-	-
Ácido glutâmico	3,55	-	-	3,16	-	-	2,74	-	-
Alanina	1,09	-	-	1,01	-	-	0,91	-	-
Cistina	0,27	-	-	0,25	-	-	0,23	-	-
Glicina	0,77	-	-	0,68	-	-	0,59	-	-
Prolina	1,39	-	-	1,28	-	-	1,16	-	-
Serina	1,07	-	-	0,95	-	-	0,82	-	-
Tirosina	0,50	-	-	0,46	-	-	0,40	-	-
<b>AAE</b>	9,7			9,2			8,7		
<b>AANE</b>	10,1			9,0			7,9		
<b>AAE:AANE</b>	49:51			51:49			52:48		

<sup>1</sup> valor em negrito indica relação ideal.

As aves foram distribuídas em três câmaras climatizadas (fria = 20°C, termoneutra = 25°C e quente = 33°C) que foram constituídas de material termo-isolante e cada uma possuía 16 unidades experimentais de 2,5 x 1,0 m. O aquecimento foi feito através de postes com lâmpadas infravermelhas de 250 watts e o resfriamento através de refrigeradores. Todo o sistema de aquecimento e refrigeração foi controlado por termostatos. A umidade relativa do ar não foi controlada, sendo apenas mensurada durante o período experimental. Os valores de temperatura e umidade relativa do ar obtidos durante o período experimental estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3** - Temperatura ambiente e umidade relativa do ar (média  $\pm$  desvio padrão) obtidas de 21 a 42 dias de idade.

Temperatura	Temperatura ambiente (°C)	Umidade relativa (%)
<b>Fria</b>		
21 a 28 dias	20,5 $\pm$ 3,5	64,7 $\pm$ 9,4
29 a 42 dias	20,6 $\pm$ 4,0	66,1 $\pm$ 10,9
<b>Termoneutra</b>		
21 a 28 dias	25,2 $\pm$ 1,4	68,3 $\pm$ 12,0
29 a 42 dias	25,5 $\pm$ 1,9	62,7 $\pm$ 14,8
<b>Quente</b>		
21 a 28 dias	33,1 $\pm$ 1,4	58,9 $\pm$ 11,8
29 a 42 dias	32,9 $\pm$ 1,5	54,8 $\pm$ 16,6

Foram avaliados o desempenho (consumo de ração, ganho de peso corporal, peso corporal, conversão alimentar e viabilidade criatória), rendimento de carcaça e de cortes comerciais (peito, coxa+sobrecoxa, asas, dorso, pés e cabeça+pescoço) e a percentagem de gordura abdominal aos 42 dias de idade. Foram determinadas as temperaturas superficiais (asa, cabeça, canela e dorso), superficial média e cloacal e a perda de calor por radiação no 41º dia de idade. Todos os procedimentos adotados para determinação dessas variáveis foram descritos no Capítulo 2.

Os dados foram submetidos a análise de variância através do procedimento *General Linear Model* (GLM) do programa SAS® (SAS Institute, 2002) e em caso de diferença estatisticamente significativa as médias foram comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

## Resultados e discussão

Os resultados para consumo de ração (CR) e viabilidade criatória (VC) não apresentaram interação entre os fatores e encontram-se na Tabela 4.

A VC não foi afetada pelos fatores estudados, concordando com KERR & KIDD (1999a) e KIDD et al. (1996) ao variarem o teor protéico na fase de crescimento.

O CR foi menor em temperatura quente em relação à termoneutra, que foi menor que na temperatura fria. Os frangos criados em temperatura quente apresentaram CR 30,0% menor que os criados em termoneutra. Isso ocorreu pois, quanto maior o CR maior é a produção de calor (KOH & MACLEOD, 1999a,b; LONGO, 2000) o que faria aumentar a quantidade de calor recebida pelo animal, podendo agravar o estresse



calórico. Em temperatura fria as aves apresentaram uma elevação no CR de 7,5% em relação à termoneutra, pois como anteriormente citado, elevando-se o CR é possível aumentar a produção de calor, amenizando o estresse por frio.

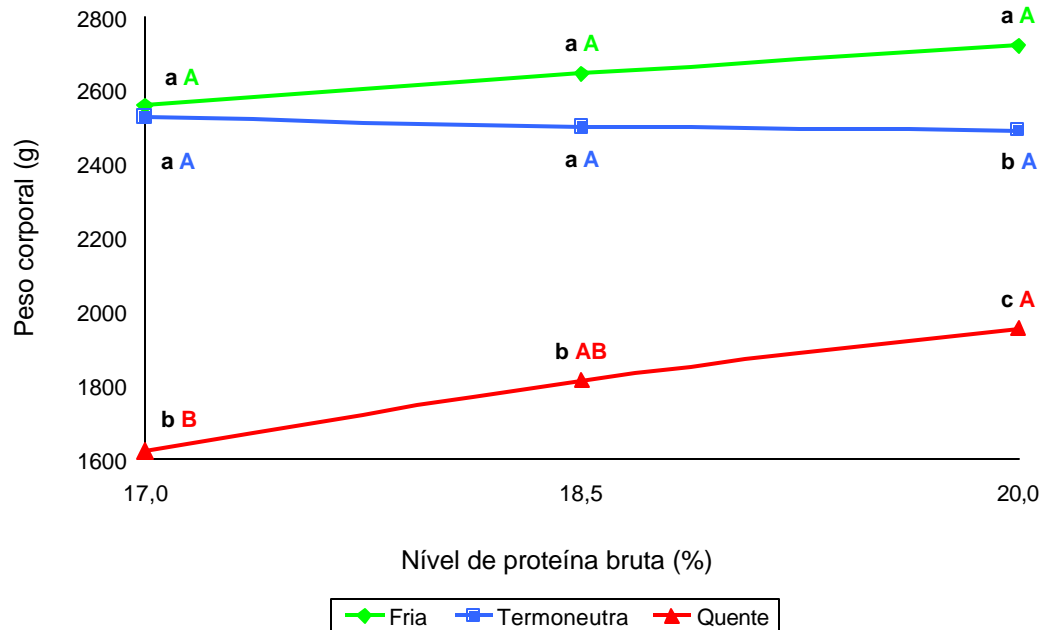
Os níveis de PB não influenciaram o CR com resultados semelhantes aos de BLAIR et al. (1999) e SABINO (2001), e que pode ser explicado pelo bom balanceamento de aminoácidos das dietas com baixa PB. Para GONZALES (2002) o controle do CR não é somente decorrente da quantidade de PB, mas também de sua qualidade, isto é, do balanceamento entre os aminoácidos. No presente estudo, as dietas de baixa proteína tiveram os excessos de aminoácidos reduzidos aproximando-se do perfil ideal, o que pode ter contribuído para o CR semelhante entre as dietas.

**Tabela 4** - Consumo de ração e viabilidade criatória de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.

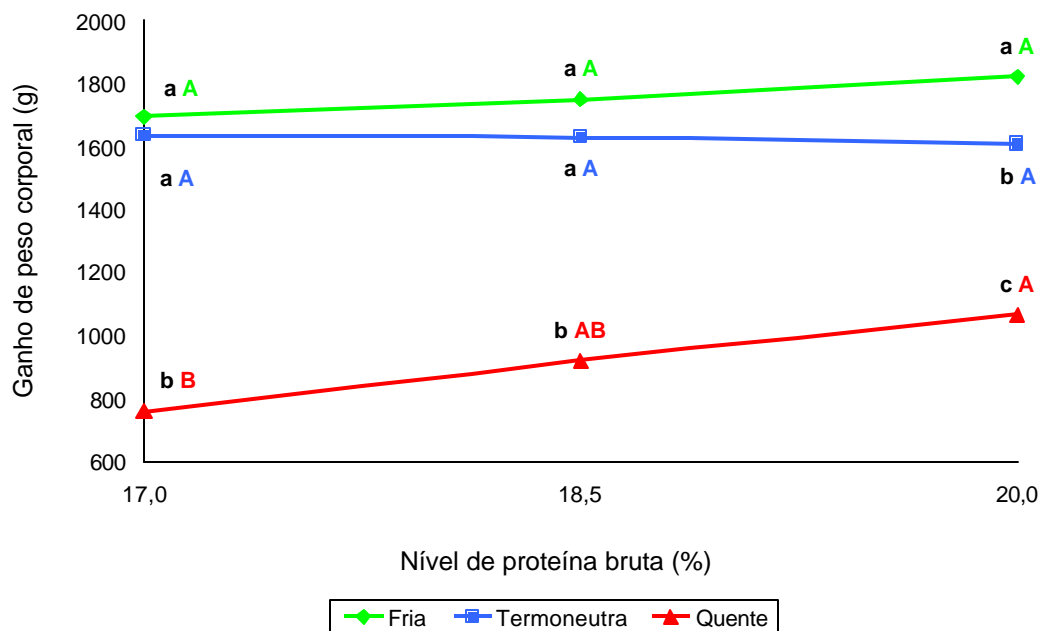
Fatores	Características avaliadas <sup>1</sup>	
	Consumo de ração	Viabilidade criatória
	g	%
<b>Temperatura ambiente</b>		
Fria	3179 a	97,9
Termoneutra	2939 b	96,2
Quente	2061 c	95,4
<b>Proteína bruta (%)</b>		
20,0 (controle)	2722	95,4
18,5	2710	97,1
17,0	2746	97,1
<b>Probabilidades</b>		
<b>Temperatura ambiente (TP)</b>	0,00	0,34
<b>Proteína bruta (PB)</b>	0,84	0,54
<b>Interação TP x PB</b>	0,53	0,49
<b>CV (%)</b>	<b>5,49</b>	<b>4,32</b>

Médias seguidas de letras diferentes em uma mesma coluna, dentro de cada fator, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). <sup>1</sup> Peso corporal, ganho de peso corporal e conversão alimentar apresentaram interação significativa ( $p < 0,05$ ), com desdobramento nas **Figuras 1, 2 e 3** respectivamente.

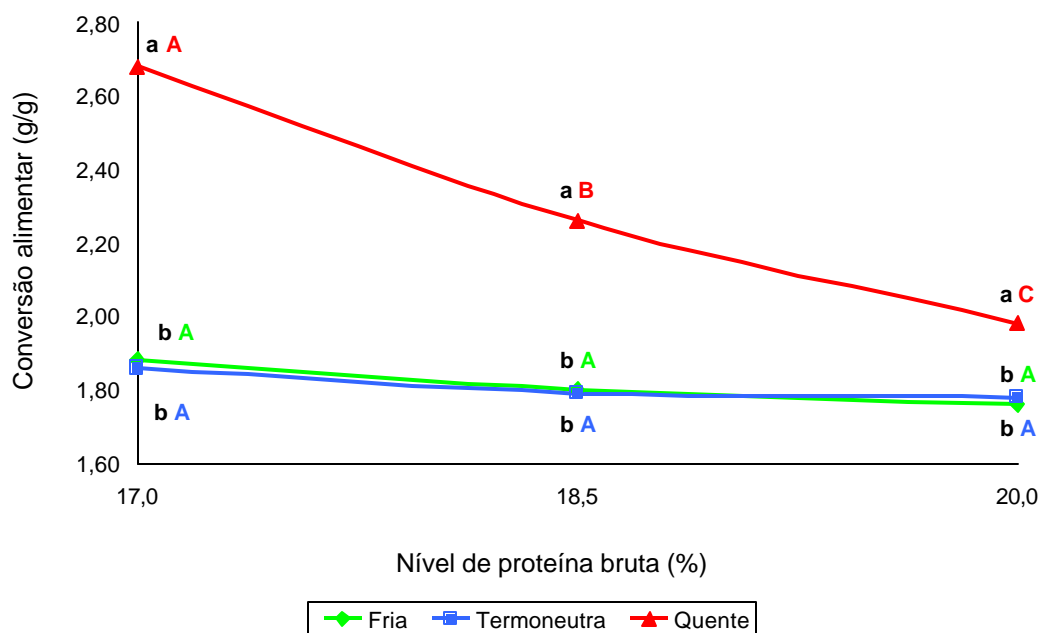
Ocorreu interação entre os fatores para o peso corporal (PC), ganho de peso corporal (GP) e conversão alimentar (CA) com os desdobramentos apresentados nas Figuras 1, 2 e 3 respectivamente.



**Figura 1** - Desdobramento da interação entre os fatores para o peso corporal de frangos de corte aos 42 dias de idade ( $p < 0,05$ ; Tukey; CV = 4,20%). Efeito dos níveis de proteína bruta em cada temperatura ambiente (letras maiúsculas = horizontal) e das temperaturas ambiente em cada nível de proteína bruta (letras minúsculas = vertical).



**Figura 2** - Desdobramento da interação entre os fatores para o ganho de peso corporal de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade ( $p < 0,05$ ; Tukey; CV = 6,57%). Efeito dos níveis de proteína bruta em cada temperatura ambiente (letras maiúsculas = horizontal) e das temperaturas ambiente em cada nível de proteína bruta (letras minúsculas = vertical).



**Figura 3** - Desdobramento da interação entre os fatores para a conversão alimentar de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade ( $p < 0,05$ ; Tukey; CV = 7,05%). Efeito dos níveis de proteína bruta em cada temperatura ambiente (letras maiúsculas = horizontal) e das temperaturas ambiente em cada nível de proteína bruta (letras minúsculas = vertical).

As dietas com baixa PB pioraram o PC, GP e CA em temperatura quente, no entanto, em temperatura termoneutra ou fria a redução protéica não prejudicou o desempenho. Esperava-se que com a redução do teor de PB iria ocorrer melhora no desempenho das aves em temperatura quente, pois segundo MUSHARAF & LATSHAW (1999) o incremento calórico da PB é maior que dos carboidratos e da gordura. Assim, WALDROUP (1982), CAHANER et al. (1995), CHENG et al. (1997a,b) e CHENG et al. (1999) mostraram que a elevação da PB e/ou de aminoácidos prejudicam o desempenho de frangos em estresse por calor.

Por outro lado, os resultados da presente pesquisa concordam com os obtidos por ALLEMAM & LECLERCQ (1997), TEMIM et al. (1999) e TEMIM et al. (2000a) ao mostrarem que a redução protéica atuou agravando o desempenho em alta temperatura.

São inúmeras as possibilidades para esses resultados. A primeira refere-se ao baixo CR observado em temperatura quente, que nessa pesquisa foi 30,0% menor que em temperatura termoneutra. Como as dietas de baixa PB tiveram os excessos de aminoácidos reduzidos, as aves ingeriram menor quantidade de aminoácidos, o que pode ter limitado o desempenho. GERAERT et al. (1996) verificaram menores níveis plasmáticos de serina, asparagina, glutamina, prolina, glicina, alanina, isoleucina, leucina, tirosina e de histidina para frangos em estresse calórico (32°), independentemente do menor CR, pois esses resultados foram observados para um grupo controle (22°C) recebendo a mesma quantidade de ração das aves em estresse calórico. Segundo essa hipótese, seria conveniente uma elevação no teor de PB e/ou aminoácidos para situações de estresse por calor, concordando com os resultados de TEMIM et al. (1999) e TEMIM et al. (2000a).

Sabe-se que o hormônio da tireóide triiodotironina ( $T_3$ ) é altamente calorigênico, assim em situação de estresse por calor sua secreção é diminuída (GERAERT et al., 1996). BUYSE et al. (1992) verificaram que a redução de 20,0 para 15,0% de PB fez aumentar a secreção de  $T_3$ , sendo essa secreção positivamente correlacionada com a produção de calor. De fato a deficiência de alguns aminoácidos (isoleucina, arginina, lisina, isoleucina e metionina) elevou a secreção de  $T_3$  (CAREW et al., 1997). Na

presente pesquisa, não ocorreu deficiência de nenhum aminoácido, no entanto, é preciso considerar o baixo CR das aves em temperatura quente, o que pode ter gerado uma deficiência de aminoácidos como discutido anteriormente. Também, NIETO et al. (1997) verificaram que dietas de baixa proteína desencadearam a termogênese induzida pela dieta. Novamente, sob esse ponto de vista, um aumento da suplementação de aminoácidos parece pertinente em situação de alta temperatura.

GERAERT et al. (1993) observaram aumento na produção de calor para frangos recebendo alta PB em 22°C, no entanto, ocorreu diminuição em 32°C. TEMIM et al. (2000b) verificaram que as aves recebendo alta PB (25 vs 20%) em temperatura elevada (32°C) não apresentaram elevação no *turnover* muscular. Para os autores, nas condições anteriores, a síntese protéica não se altera e há tendência de redução na proteólise. Considerando que a produção de calor foi correlacionada com o acréscimo de proteína corporal (MACLEOD, 1997) provavelmente a utilização de dietas de alta PB em temperaturas elevadas, não altera ou ainda diminui a produção de calor (TEMIM et al. 2000b). Para MACLEOD (1997) quando ocorrem excessos de aminoácidos, os gastos metabólicos para a síntese de ácido úrico são suficientemente supridos pela energia resultante da oxidação do aminoácido.

Uma outra possibilidade reside no fato de que a redução no teor protéico fez aumentar a energia dietética proveniente dos carboidratos em função de uma menor inclusão de óleo e maior de milho, o que pode ter aumentado a produção de calor das aves (MACLEOD, 1990) e diminuído a eficiência de utilização da energia metabolizável.

O trabalho de MARKS & PESTI (1984) mostrou que a redução do teor protéico faz com que ocorra redução do consumo de água na fase inicial, da mesma forma que ALLEMAN & LECLERCQ (1997) observaram redução no consumo de água para frangos em crescimento recebendo baixa PB e criados em 32°C. Contudo, em nenhum dos trabalhos o baixo consumo de água foi relacionado com o agravamento do estresse por calor. De acordo com BRUNO & MACARI (2002) e FURLAN & MACARI (2002) a limitação no consumo de água pode prejudicar o desempenho das aves em estresse calórico.

Embora as dietas com baixo teor protéico tenham prejudicado o desempenho em temperatura quente, nos ambientes frio ou termoneutro isso não ocorreu, portanto, a redução do teor protéico em até 17,0% (91,3% de proteína intacta com restante do nitrogênio proveniente dos aminoácidos sintéticos) pode ser realizada desde que não ocorram deficiências de aminoácidos essenciais, sejam feitas correções para os níveis de sódio, potássio e cloro (equilíbrio eletrolítico) e para os níveis de colina. Concordando com ARAÚJO (2001) e BLAIR et al. (1999) que observaram que reduções no teor protéico para 18 e 17% respectivamente, não prejudicaram o desempenho de frangos na fase de crescimento. KERR & KIDD (1999a) conseguiram reduzir o teor protéico em dois pontos percentuais em relação a dieta controle usando somente metionina e lisina sintéticos, enquanto KERR & KIDD (1999b) formularam dietas usando o conceito de proteína ideal e verificaram que a redução de até 16,7% na proteína não prejudicou a conversão alimentar. Também, ALETOR et al. (2000) suplementaram dietas com aminoácidos não essenciais e com todos os essenciais e verificaram que foi possível reduzir o teor protéico para 15%. Contudo, FERGUSON et al. (1998b), COSTA et al. (2001), SABINO (2001) e STERLING et al. (2002) encontraram queda no desempenho de aves alimentadas com baixa proteína bruta.

Considerando os efeitos da temperatura em cada nível de PB foi possível observar que nos níveis de 18,5 e 17,0% de PB, o PC, GP e CA foram semelhantes para as temperaturas fria e termoneutra, com valores piores para a temperatura quente. Quando se administra 20,0% de PB o PC e o GP em temperatura fria são maiores que em termoneutra, sendo que a temperatura quente proporciona os piores valores, no entanto, a CA foi pior para temperatura quente em relação a fria e termoneutra que não diferiram entre si (Figuras 1, 2 e 3).

Os resultados para rendimento de carcaça, cortes comerciais e gordura abdominal estão apresentados na Tabela 5, exceto rendimento de pés que apresentou interação significativa (desdobramento descrito adiante).

A temperatura ambiente não alterou os rendimentos de dorso, cabeça+pescoço e gordura abdominal. Esperava-se um aumento da deposição de gordura abdominal para as aves criadas em temperatura quente, o que de acordo com BAZIZ et al. (1996)

ocorre em função de um aumento da atividade da lipase lipoprotéica e para GERAERT et al. (1996) devido a menor concentração plasmática de  $T_3$ . No entanto, BAZIZ et al. (1996) comentaram que a gordura abdominal não é a melhor característica para medir a deposição de gordura em situação de estresse calórico, uma vez que nesses casos a gordura subcutânea assume maior importância.

**Tabela 5** - Rendimento de carcaça (Carc), peito, coxa+sobrecoxa (Co+So), asas, dorso, cabeça+pescoço (C+Pe) e de gordura abdominal (GA) de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Fatores	Características avaliadas <sup>1,2</sup>						
	Carc	Peito	Co+So	Asas	Dorso	C+Pe	GA
----- % -----							
<b>Temperatura ambiente</b>							
Fria	82,18 <b>b</b>	28,31 <b>a</b>	28,25 <b>b</b>	9,66 <b>b</b>	17,03	12,15	1,64
Termoneutra	82,54 <b>b</b>	27,26 <b>b</b>	27,94 <b>b</b>	9,74 <b>ab</b>	17,27	12,29	1,69
Quente	85,36 <b>a</b>	25,43 <b>c</b>	29,17 <b>a</b>	10,05 <b>a</b>	17,45	12,32	1,72
<b>Proteína bruta (%)</b>							
20,0 (controle)	82,96	26,86	28,34	9,73	17,09	12,45	1,55 <b>b</b>
18,5	83,33	27,32	28,20	9,88	17,25	12,06	1,59 <b>b</b>
17,0	83,79	26,82	28,82	9,85	17,45	12,26	1,91 <b>a</b>
<b>Probabilidades</b>							
<b>Temperatura ambiente (TP)</b>	0,00	0,00	0,00	0,04	0,35	0,83	0,85
<b>Proteína bruta (PB)</b>	0,12	0,29	0,16	0,59	0,38	0,43	0,02
<b>Interação TP x PB</b>	0,15	0,35	0,10	0,74	0,11	0,78	0,52
<b>CV (%)</b>	<b>1,13</b>	<b>3,04</b>	<b>2,85</b>	<b>3,80</b>	<b>3,63</b>	<b>5,89</b>	<b>18,48</b>

Médias seguidas de letras diferentes em uma mesma coluna, dentro de cada fator, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). <sup>1</sup> Rendimento de carcaça e de gordura abdominal expressos em relação ao peso vivo e demais cortes em relação ao peso da carcaça. <sup>2</sup> Rendimento de pés apresentou interação significativa ( $p < 0,05$ ), com desdobramento descrito no texto.

O rendimento de carcaça e coxa+sobrecoxa foram maiores em temperatura quente do que em temperatura fria e termoneutra, enquanto o rendimento de asas em temperatura quente foi maior que em temperatura fria. O maior rendimento de carcaça em temperatura quente provavelmente ocorreu devido ao menor desenvolvimento visceral das aves criadas em temperatura quente, em função do menor metabolismo das aves (MACHADO, 2001) e do menor empenamento devido a grande necessidade de dissipação de calor (GERAERT et al., 1993). No entanto, o maior rendimento de carcaça não compensa o menor peso corporal e a pior conversão alimentar observados para as aves criadas em temperatura quente.



O rendimento de peito foi marcadamente afetado pela temperatura com os piores resultados obtidos para a temperatura quente e os melhores para temperatura fria enquanto a temperatura termoneutra proporcionou resultados intermediários. Para BAZIZ et al. (1996) a redução do rendimento de peito em temperatura quente não é devido ao menor CR, uma vez que utilizaram um grupo de aves controle (22°C) recebendo a mesma quantidade de ração que as aves criadas em temperatura quente. Para responder esses resultados é preciso considerar que as aves possuem a musculatura do peito com metabolismo glicolítico e a musculatura da coxa+sobrecoxa e asas com metabolismo oxidativo (MACARI et al., 1994). Dessa forma, o aumento na ofegação durante o estresse por calor conduz a maior atividade da musculatura do peito e como as reservas de glicogênio no organismo são muito limitadas o desenvolvimento da musculatura do peito é prejudicado. Contudo, o desenvolvimento de coxa+sobrecoxa e de asas não são afetados, ou melhoram, pois os pintos estocam quantidades consideráveis de gordura.

O nível de 17,0% de PB proporcionou maior percentual de gordura abdominal em relação as demais dietas, o que também foi observado diversos pesquisadores (DARI, 1996; KIDD et al., 1996; MORAN JR & STILBORN, 1996; BARTOV & PLAVNIK, 1998; KERR & KIDD, 1999b; ALETOR et al., 2000). O estudo de ALETOR et al. (2000) revelou que as dietas com teor protéico variando de 21,0 a 15,3% mesmo suplementadas com aminoácidos não essenciais (alanina, ácido aspártico e glutâmico) para atingirem os níveis de proteína de 22,5% (dieta controle) proporcionaram maior deposição de gordura corporal em relação a dieta controle. Aquelas dietas possuíam a mesma relação energia metabolizável: proteína, o que levou os autores a sugerirem que a deposição de gordura em frangos é mais influenciada pela relação energia metabolizável: proteína intacta. Além disso, DIAS (1999) encontrou indícios de maior lipogênese hepática para frangos recebendo dietas de baixa proteína.

Com relação ao rendimento de pés, não foram verificadas influência dos níveis de proteína bruta em temperatura fria, termoneutra ou quente. Também, não ocorreu efeito da temperatura ambiente dentro dos níveis de 18,5 e 17,0% de PB, no entanto,

em 20% de proteína bruta a temperatura quente elevou o rendimento de pés em relação a temperatura termoneutra (dados não demonstrados).

Os resultados obtidos para as temperaturas superficiais (asa, cabeça, canela e dorso), superficial média e cloacal e para perda de calor por radiação estão apresentadas na Tabela 6. Não ocorreram interação entre os fatores estudados para nenhuma das características avaliadas.

**Tabela 6** - Temperatura das asas, cabeça, canela, dorso, superficial (Super), cloacal e perda de calor por radiação (PCR) de frangos de corte aos 41 dias de idade.

Fatores	Características avaliadas						
	Asas	Cabeça	Canela	Dorso	Super	Cloacal	PCR
	°C						
	-- watts --						
<b>Temperatura ambiente</b>							
Fria	25,43 c	27,43 c	34,65 c	25,50 c	26,92 c	41,24 c	8,98 a
Termoneutra	32,07 b	33,42 b	36,96 b	32,05 b	32,83 b	41,74 b	4,88 b
Quente	35,50 a	37,02 a	38,93 a	36,17 a	36,53 a	43,17 a	1,60 c
<b>Proteína bruta (%)</b>							
20,0 (controle)	31,08	32,75	36,80	31,32	32,15	42,09	5,28
18,5	30,95	32,73	36,87	31,11	32,00	42,03	5,04
17,0	30,96	32,50	36,85	31,29	32,12	42,03	5,14
<b>Probabilidade</b>							
<b>Temperatura ambiente (TP)</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Proteína bruta (PB)</b>	0,90	0,63	0,97	0,85	0,87	0,89	0,79
<b>Interação TP x PB</b>	0,43	0,52	0,14	0,83	0,80	0,25	0,81
<b>CV (%)</b>	<b>2,53</b>	<b>2,00</b>	<b>1,97</b>	<b>3,08</b>	<b>2,29</b>	<b>0,83</b>	<b>16,19</b>

Médias seguidas de letras diferentes em uma mesma coluna, dentro de cada fator, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Foi possível observar que a temperatura da asa, cabeça, canela, dorso, superficial média e cloacal foram maiores em temperatura quente, seguidas pela temperatura neutra e os menores valores observados para a temperatura fria.

A perda de calor por radiação (PCR) foi maior em temperatura fria do que em termoneutra, sendo o menor resultado observado em temperatura quente. O maior valor de PCR para as aves criadas em ambiente frio ocorreu devido ao elevado gradiente de temperatura entre a ave e o ambiente (FURLAN & MACARI, 2002). Para a temperatura quente, a baixa PCR deixa evidente a pouca importância dos mecanismos de troca térmica que dependem da diferença de temperatura, como a condução, convecção e radiação. Em ambientes de elevada temperatura ambiente, a forma mais eficaz de

perder calor é através do resfriamento evaporativo que depende de um gradiente de umidade.

Os níveis de PB não exerceram influência sobre as temperaturas superficiais, cloacal e PCR, mostrando pouca influência sobre a homeostase térmica dos frangos em fase de crescimento.

### **Conclusões**

O desempenho de frangos de corte é prejudicado pela redução do teor protéico em ambientes de alta temperatura, no entanto, pode-se administrar até 17,0% de proteína bruta em temperatura fria ou termoneutra.

O teor protéico da dieta e a temperatura ambiente atuam de forma independente sobre as características de carcaça e índices da homeostase térmica, com exceção para rendimento de pés.

O rendimento de carcaça, coxa + sobrecoxa e asas são aumentados em temperatura quente, enquanto que o rendimento de peito é reduzido. A redução do teor protéico não interfere no rendimento de carcaça e de cortes comerciais, elevando a percentagem de gordura abdominal.

As temperaturas superficial e cloacal aumentam com a temperatura ambiente, e a perda de calor por radiação diminui. Os níveis de proteína bruta dietética não influenciam a homeostase térmica das aves.

### **Referências bibliográficas**

ALETOR, V.A.; HAMID, I.I.; NIESS, E. et al. Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole body composition and efficiencies of nutrient utilisation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 547-554, 2000.

ALLEMAN, F.; LECLERCQ, B. Effect of dietary protein and environmental temperature on growth performance and water consumption of male broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 38, p. 607-610, 1997.

ARAÚJO, L.F. **Estudo de diferentes critérios de formulação de rações, com base em perfis de aminoácidos totais e digestíveis para frangos de corte**. 2001. 123 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v. 73, p. 1441-1447, 1994.

BARTOV, I.; PLAVNIK, I. Moderate excess of dietary protein increases breast meat yield of broiler chicks. **Poultry Science**, v. 68, p. 680-688, 1998.

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

BLAIR, R.; JACOB, J.P.; IBRAHIM, S. et al. A quantitative assessment of reduced protein diets and supplements to improve nitrogen utilization. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 8, p. 25-47, 1999.

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

BRUNO, L.D.G.; MACARI, M. Ingestão de água: mecanismos regulatórios. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (ed.). **Fisiologia Aviária: Aplicada a frangos de corte**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p. 201-206.

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

CAHANER, A.; PINCHASOV, Y.; NIR, I. Effect of dietary protein under high ambient temperature on body weight, breast meat yield, and abdominal fat deposition of broiler stocks differing in growth rate and fatness. **Poultry Science**, v. 74, p. 968-975, 1995.

CAREW, L.B.; EVARTS, K.G.; ALSTER, F.A. Growth and plasma thyroid hormone concentrations of chicks fed diets deficient in essential amino acids. **Poultry Science**, v. 76, p. 1398-1404, 1997.

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, 1997a.

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

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

CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. Apparent and true digestibility of a crystalline amino acid mixture and of a casein comparison of values obtained with ileal-cannulated pigs and cecectomized cockerels. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3781-3790, 1992.

COBB. Guia de manejo para frango de corte COBB 500. S.l.: s.n., 2001, 20p.

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

DARI, R.L. **Uso de aminoácidos digestíveis e do conceito da proteína ideal na formulação de rações para frangos de corte**. 1996. 155 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

DIAS, T.S.L. **Metabolismo hepático de lipídios em frangos de corte (*Gallus domesticus*) com diferentes níveis de proteína e energia**. 1999. 59 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

FERGUSON, N.S.; GATES, R.S.; TARABA, J.L. et al. The effect of dietary protein and phosphorus on ammonia concentration and litter composition in broilers. **Poultry Science**, v. 77, p. 1085-1093, 1998a.

FERGUSON, N.S.; GATES, R.S.; TARABA, J.L. et al. The effect of dietary protein on growth, ammonia concentration, and litter composition in broilers. **Poultry Science**, v. 77, p. 1481-1486, 1998b.

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

GERAERT, P.A.; GUILLAUMIN, S.; LECLERCQ, B. Are genetically lean broilers more resistant to hot climate? **British Poultry Science**, v. 34, p. 643-653, 1993.

GERAERT, P.A.; PADILHA, J.C.F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: biological and endocrinological variables. **British Journal of Nutrition**, v. 75, p. 205-216, 1996.

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

KERR, B.J.; KIDD, M.T. Amino acid supplementation of low-protein broiler diets: 1. glutamic acid and indispensable amino acid supplementation. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 8, p. 298-309, 1999a.

KERR, B.J.; KIDD, M.T. Amino acid supplementation of low-protein broiler diets: 2. Formulation on an ideal amino acid basis. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 8, p. 310-320, 1999b.

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

KOH, K.; MACLEOD, M.G. Circadian variation in heat production and respiratory quotient in growing broilers maintained at different food intakes and ambient temperatures. **British Poultry Science**, v. 40, p. 353-356, 1999a.

KOH, K.; MACLEOD, M.G. Effects of ambient temperature on heat increment of feeding and energy retention in growing broilers maintained at different food intakes. **British Poultry Science**, v. 40, p. 511-516, 1999b.

LESSON, S.; SUMMERS, J.D. **Scott's Nutrition of the Chickens**. 4. ed. Ontario: University books, 2001. 591p.

LONGO, F.A. **Estudo do metabolismo energético e do crescimento em frangos de corte**. 2000. 76 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. Jaboticabal: FUNEP, 1994, 296p.

MACHADO, J.R.S.A. **Efeito da temperatura de incubação e de criação sobre o desenvolvimento de vísceras, composição química da carcaça e morfometria intestinal de frangos**. 2001. 48 f. Monografia (Trabalho de graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

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



MACLEOD, M.G. Effects of amino acid balance and energy: protein ratio on energy and nitrogen metabolism in male broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 38, p. 405-411, 1997.

MARKS, H.L.; PESTI, G.M. The roles of protein level and diet form in water consumption and abdominal fat pad deposition of broilers. **Poultry Science**, v. 63, p. 1617-1625, 1984.

MORAN JR., E.T.; STILBORN, H.L. Effect of glutamic acid on broilers given submarginal crude protein with adequate essential amino acids using feeds high and low in potassium. **Poultry Science**, v. 75, p. 120-129, 1996.

MUSHARAF, N.A.; LATSHAW, J.D. Heat increment as affected by protein and amino acid nutrition. **World's Poultry Science**, v. 55, p. 233-240, 1999.

NIETO, R.; AGUILERA, J.F.; FERNÁNDEZ-FÍGARES, I. et al. Effect of a low protein diet on the energy metabolism of growing chickens. **Archives of Animal Nutrition**, v. 50, p. 105-119, 1997.

NRC. National Research Council. **Nutrient Requirement of Poultry**. 9ed. Washington: University press, 1994.

SABINO, H.F.N. **Determinação do nível protéico da dieta para frangos de corte em crescimento**. 2001. 35 f. Monografia (Trabalho de graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

SAS Institute, 2002. **SAS<sup>®</sup> User's Guide**: Statistics, SAS Institute Inc, Cary, NC.

STERLING, K.G.; COSTA, E.F.; HENRY, M.H. et al. Responses of broiler chickens to cottonseed- and soybean meal-based diets at several protein levels **Poultry Science**, v. 81, p. 217-226, 2002.

TEMIM, S.; CHAGNEAU, A.M.; GUILLAUMIN, S. et al. Effects of chronic heat exposure and protein intake on growth performance, nitrogen retention and muscle development in broiler chickens. **Reproduction, Nutrition, Development**, v. 39, p. 145-156, 1999.

TEMIM, S.; CHAGNEAU, A.M.; GUILLAUMIN, S. et al. Does excess dietary protein improve growth performance and carcass characteristics in heat-exposed chickens?. **Poultry Science**, v. 79, p. 312-317, 2000a.

TEMIM, S.; CHAGNEAU, A.M.; PERESSON, R. et al. Chronic heat exposure alters protein turnover of three different skeletal muscles in finishing broiler chickens fed 20 or 25% protein diets. **Journal of Nutrition**, v. 130, p. 813-819, 2000b.

WALDROUP, P.W. Influence of environmental temperature on protein and amino acid needs of poultry. **Federation Proceedings**, v. 41, p. 2821-2823, 1982.

## CAPÍTULO 4 - IMPLICAÇÕES

A formulação de dietas com baixa proteína exige a incorporação de aminoácidos sintéticos, sendo que quanto maior a redução protéica maior será o número de aminoácidos limitantes. Nas dietas experimentais deste estudo foram utilizados a metionina, lisina, treonina, triptofano, arginina, valina e isoleucina sintéticos. Os aminoácidos metionina, lisina, treonina e triptofano podem ser encontrados para uso na alimentação animal (*feed grade*) em preços compatíveis com a produção animal. Sendo os dois primeiros usados rotineiramente em rações de aves e suínos, enquanto que o uso da treonina e triptofano ocorre com menor frequência. A arginina, valina e isoleucina sintéticos foram adquiridos da linha farmacêutica de uma empresa que atua no mercado brasileiro e custaram no momento da compra (agosto de 2002) aproximadamente 50, 80 e 140 dólares por quilo de produto, respectivamente. Portanto, na prática, em formulações de custo mínimo, esses aminoácidos dificilmente irão fazer parte da composição de dietas para frangos de corte. No entanto, a utilização desses aminoácidos na presente pesquisa, foram de importância fundamental para o cumprimento dos objetivos propostos. Também, as dietas foram suplementadas com bicarbonato de sódio e cloreto de potássio para manter o equilíbrio eletrolítico semelhante entre as dietas, o que não é convencional.

As dietas de baixa proteína, prejudicaram o desempenho e rendimento de peito durante a fase inicial, demonstrando a grande sensibilidade dos pintos jovens a esse tipo de dieta. Sabe-se que o desenvolvimento inicial adequado é de fundamental importância em função dos reflexos futuros. Portanto, tecnicamente, a redução do teor protéico não deve ser realizada na fase inicial.

Para a fase de crescimento, as dietas de baixa proteína reduziram o desempenho das aves criadas em temperatura quente, possivelmente devido ao baixo consumo de alimento nessa temperatura, que pode ter gerado deficiência de aminoácidos, uma vez que as dietas de baixa proteína tiveram os excessos de aminoácidos reduzidos. Com isso, para pesquisas futuras é recomendável avaliações em sistema "*pair feeding*", que consiste em utilizar um grupo controle (temperatura

termoneutra) alimentados com a mesma quantidade de ração das aves estressadas por calor. Dessa forma, é possível separar os efeitos da temperatura ambiente e do baixo consumo de ração das aves criadas em temperatura quente.

No entanto, o teor protéico pode ser reduzido até 17% para as aves criadas em temperatura termoneutra e fria durante o período de crescimento. As dietas da fase de crescimento foram isocolina, o que não ocorreu na fase inicial. Dessa forma, esse nutriente pode ter limitado o desenvolvimento inicial. Mesmo sabendo que, na prática, a colina proveniente do milho e farelo de soja é ignorada, e toda a sua exigência é fornecida via cloreto de colina, a correção feita na fase de crescimento foi necessária, uma vez que isolou um fator importante quando trabalha-se com dietas de baixo teor protéico. Assim, recomenda-se estudos para avaliar a interação entre níveis de proteína e de colina.

Em ambos os experimentos, as dietas de baixa proteína elevaram a deposição de gordura abdominal. A gordura na carcaça é sempre mal vista pelo consumidor, que normalmente tende à rejeitar as carcaças, além disso, o custo para processamento da carcaça pode aumentar em função da mão de obra necessária para remoção da gordura. Como discutido nos capítulos 1, 2 e 3 existem algumas explicações para esses resultados, no entanto, são recomendáveis mais pesquisas objetivando melhor elucidar os motivos da maior deposição de gordura para dietas de baixa proteína, afim de reverter esse problema.

Os resultados foram conclusivos ao mostrarem os efeitos prejudiciais do estresse por frio e calor (fase inicial) e por calor (fase de crescimento) sobre o desempenho de frangos de corte. O Brasil é um país tipicamente tropical, portanto, o estresse por calor assume grande importância principalmente na fase de crescimento. No entanto, mesmo na fase inicial, onde o sistema termorregulador não está totalmente desenvolvido, os pintos regularam melhor a temperatura corporal em ambiente frio em relação ao quente. Contudo, em locais onde ocorrem temperatura fria, como nos estados da região sul do país, deve-se estar atento para o fornecimento adequado de calor na fase inicial, para evitar a pior conversão alimentar observada para os pintos criados nessas condições.

É importante ressaltar que os melhores rendimentos de carcaça, asas e coxa+sobrecoxa obtidos em temperatura quente nos dois experimentos, não compensam a piora no ganho de peso e na conversão alimentar. Na fase inicial, ocorreu maior deposição de gordura para as aves criadas em temperatura quente, o que não foi observado na fase de crescimento. No entanto, a gordura abdominal é uma característica que proporciona resultados muito variáveis, sendo recomendável a utilização de outras características, como por exemplo, a composição corporal em gordura conjuntamente com a gordura abdominal, o que será feito futuramente em amostras colhidas durante os experimentos.

Durante muitos anos, acreditou-se que a redução do teor protéico era uma prática efetiva em amenizar os efeitos do estresse calórico, contudo a presente pesquisa mostrou que essa prática agravou os efeitos do estresse por calor sobre o desempenho dos frangos de corte na fase de crescimento, portanto, são oportunas pesquisas para maiores esclarecimentos sobre os motivos que levaram a esses resultados.