

Empenamento de frangos de corte: efeito da restrição alimentar qualitativa e quantitativa e temperatura ambiente

Fabiano Dahlke^{1*}, Elisabeth Gonzales², Renato Luis Furlan³, Adriano Gadelha⁴, Alex Maiorka¹, Daniel Emygdio Faria Filho³ e Paulo Sérgio Rosa⁵

¹Departamento de Zootecnia, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Paraná, Rua dos Funcionários, 1.540, 80035-050, Curitiba, Paraná, Brasil. ²Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Botucatu, São Paulo, Brasil. ³Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ⁴Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. ⁵Embrapa Aves e Suínos, Universidade do Contestado, Concórdia, Santa Catarina, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: fdahlke@ufpr.br

RESUMO. Estudou-se a restrição alimentar sobre o empenamento de frangos criados em diferentes temperaturas. Para restrição qualitativa, experimento 1, utilizou-se 900 pintainhos, Cobb-500, em delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 3 x 3 (programas alimentares: Controle – 2.950 kcal EM/kg e 22% de PB; Restrição Protéica – 2.950 kcal EM/kg e 17% de PB; Restrição Energética – 2.500 kcal EM/kg e 22% de PB e temperaturas: fria, termoneutra e quente), totalizando 9 tratamentos com 5 repetições. A diminuição de energia e proteína reduziram o empenamento. Na restrição quantitativa, experimento 2, utilizou-se 1.080 pintainhos distribuídos em um delineamento ao acaso em esquema fatorial 3 (níveis de restrição: 0%, 40% e 70%) x 3 (temperatura ambiente: fria, termoneutra e quente), totalizando 9 tratamentos com 5 repetições. O empenamento foi prejudicado pela restrição de 70%. O empenamento é sensível à variação protéica e energética da dieta e à temperatura ambiente.

Palavras-chave: frangos, penas, restrição alimentar, estresse térmico.

ABSTRACT. Feathering of broiler chickens: effect of feed restriction and room temperature. The effect of feed restriction on feathering was studied in broilers raised under different temperatures. For qualitative feed restriction trial, experiment 1, 900 Cobb-500 chicks were used in a completely randomized design in 3 x 3 factorial scheme (3 feed programs: Control – 2,950 kcal EM.kg⁻¹ and 22% of CP; Protein Restriction – 2,950 kcal EM.kg⁻¹ and 17% of CP; Energy Restriction – 2,500 kcal EM.kg⁻¹ and 22% of CP; and 3 temperatures: cold, neutral and hot) with 9 treatments and 5 repetitions. Energy and Protein restriction reduced feathering. In quantitative restriction, experiment 2, 1080 chicks were distributed in a completely randomized design in 3 x 3 factorial scheme (3 restriction levels: 0%, 40% and 70%; and 3 room temperatures: cold, neutral and hot) with 9 treatments and 5 repetitions. Feathering was damaged by 70% of feed restriction. The feathering seems to feel considerably the variations in diet protein and energy and at room temperature.

Key words: broiler, feather, feed restriction, thermal stress.

Introdução

Por ser a proteína o principal componente da pena em termos quantitativos (Maccasland e Richardson, 1966; Leeson e Summers, 1997), o nível protéico da dieta pode ser considerado como determinante e limitante no crescimento dessa estrutura (Marks, 1990; Ajag *et al.*, 1993; Si *et al.*, 2000; Coello, 2002). Dois aspectos, porém, devem ser analisados: em que fase e em que nível a proteína é crucial para o empenamento, e qual a contribuição

dos níveis de energia neste processo. Na fase inicial, dietas de alta energia e baixa proteína (3.400 kcal EM/kg e 20% PB) retardam o crescimento de penas de frangos selecionados para rápido ganho de peso (Marks, 1990). Alterações nessa estrutura aparentemente são acentuadas quando são fornecidas dietas com teores protéicos menores que 18% (Si *et al.*, 2000). Também, parece haver uma relação direta entre o crescimento das penas do dorso e o aumento nos níveis de proteína dietética (Ajag *et al.*, 1993).

Twining *et al.* (1976) demonstraram que o

aumento no nível de proteína bruta da dieta tem um efeito direto na regeneração de penas, com indução da muda. Dietas deficientes em proteína bruta, apesar da manutenção dos níveis de aminoácidos essenciais, apresentam efeito oposto. Esta situação sugere que o nível de nitrogênio da dieta, como fonte de elemento nutricional para a síntese de aminoácidos não essenciais, é muito importante para o empenamento. Coerente com essa observação, Coello (2002) verificou que a redução protéica na dieta (18% na fase inicial e 15% na fase de crescimento) resultou em uma significativa redução no empenamento.

Entretanto, Melo *et al.* (1999) constataram que variações do nível protéico da dieta, nas diferentes fases de criação, não alteram o crescimento das penas de frangos de corte, apesar da significativa redução de desempenho da ave à medida que diminuiu o nível de proteína da dieta. A mesma observação já havia sido feita por Redy *et al.* (1990), quando estudaram a influência dos níveis de proteína e energia da dieta no empenamento de frangos de corte machos e fêmeas. Özkan *et al.* (2002) observaram que, independente do genótipo, temperatura ambiente ou mesmo programa de restrição alimentar, as remiges não alteraram seu crescimento, supondo que as penas das diferentes regiões não seguem um padrão de crescimento comum.

Embora exista uma discrepância nos dados observados em literatura, parece haver uma relação direta entre a temperatura ambiental e o empenamento. Yalçın *et al.* (1997) verificaram um maior empenamento em aves criadas em alta temperatura (30°C). Já Cooper e Washburn (1998), observaram uma diminuição no empenamento e Wylie *et al.* (2001) verificaram uma redução na densidade de penas, principalmente na região do peito, em frangos criados em condição de hipertermia.

Outros estudos, como os de Pietras *et al.* (1989), citado por Coello (2003), não registraram diferenças do peso e comprimento de pena em aves submetidas a diferentes temperaturas (29,9°C e 19,7°C). No entanto, Edens *et al.* (2000) constataram que os frangos criados em condição de inverno apresentaram um maior empenamento, e os autores consideram o fenômeno importante para a manutenção da homeostase térmica.

Considerando que os resultados de empenamento envolvendo fatores nutricionais são controversos, aliada à falta de informação a respeito da interação entre empenamento e

temperatura de criação, foram conduzidos dois experimentos com o objetivo de caracterizar o empenamento de frangos de corte submetidos à restrição alimentar qualitativa e quantitativa, sendo estas aves submetidas a diferentes temperaturas de criação.

Material e métodos

Experimento 1

Foram utilizados 900 frangos de corte, machos, criados de 1 a 42 dias de idade, em 3 câmaras climáticas. Durante o período de 1 a 4 dias de criação, os pintos foram mantidos em temperatura termoneutra (32°C). A partir do 5º dia, e de acordo com a idade, as aves foram submetidas a 3 condições de temperaturas: termoneutra (TN), quente (TQ) e fria (TF) (Tabela 1). As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, seguindo um modelo fatorial 3 x 3 (3 programas alimentares e 3 temperaturas) com 5 repetições de 20 aves. Do 1º ao 7º dia de idade, as aves foram alimentadas com uma dieta padrão, fornecida *ad libitum*. Do 8º ao 14º dia de idade, os frangos foram submetidos aos programas alimentares experimentais: 1) Controle: alimentado com dieta de 2.950 kcal EM/kg de ração e 22% de proteína bruta (PB); 2) Restrição protéica (RP), alimentado com dieta de 2.950 kcal EM/kg de ração e 17% PB; 3) Restrição Energética (RE), com 2.500 kcal EM/kg e 22% de PB. A partir do 15º dia de idade, as aves voltaram a receber a ração controle. Foi utilizado um sistema de alimentação “*pair feeding*”, evitando-se variações na ingestão de ração nesses grupos restritos em relação ao grupo controle. A Tabela 2 mostra a composição das rações utilizadas no experimento (ração inicial controle, ração inicial RP, ração inicial RE, ração crescimento e ração final).

Tabela 1. Temperaturas ambientes médias (°C) obtidas de 5 a 42 dias experimentais, com animais submetidos a variações climáticas.

Idade (dias)	Experimento 1	Experimento 2
	Fria	
5-14	24,3	23,1
15-21	20,4	19,7
22-42	20,5	20,6
	Termoneutra	
5-14	30,4	30,6
15-21	27,2	26,2
22-42	26,1	25,6
	Quente	
5-14	33,5	33,3
15-21	32,1	32,4
22-42	30,9	31,6

Tabela 2. Formulações e composições nutricionais calculadas das rações nos diferentes períodos de criação das aves. Experimentos 1 e 2.

Formulação	Período de criação, dias				
	1 a 21	22 a 35		36 a 42	
	Controle	RP	RE		
			%		
Milho moído	53,03	69,70	46,55	54,44	62,00
Farelo de soja	39,59	25,38	40,79	37,33	30,39
Óleo de soja	2,91	---	---	4,71	4,70
Fosfato bicálcico	1,61	1,74	1,62	1,10	0,90
Calcário	1,40	1,93	1,39	1,43	1,33
Sal comum	0,45	0,45	0,46	0,33	0,25
Premistura min.-vitamínica ¹	0,80	0,80	0,80	0,60	0,40
DL-metionina	0,21	---	0,21	0,06	0,03
Inerte (caulin)	---	---	8,18	---	---
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada					
EM, kcal/kg	2950	2950	2500	3100	3200
PB, %	22,00	17,00	22,00	21,00	18,50
Cálcio, %	1,00	1,00	1,00	0,90	0,80
Fósforo disponível, %	0,45	0,45	0,45	0,35	0,30
Metionina + cistina, %	0,90	0,56	0,90	0,72	0,60
Metionina, %	0,53	0,27	0,53	0,38	0,32
Lisina, %	1,24	0,88	1,27	1,00	0,85
Relação EM:PB	134,10	173,53	113,64	147,62	172,97

¹Suplemento mineral-vitamínico por kg do produto – fase inicial: Vitamina A – 80 mg; Vitamina D – 40 mg; Vitamina E – 600 mg; Vitamina K3 – 70 mg; Vitamina B1 – 20 mg; Vitamina B2 – 80 mg; Vitamina B6 – 40 mg; Vitamina B12 – 300 µg; Ácido pantotênico – 300 mg; Biotina – 2 mg; Niacina – 600 mg; Ácido Fólico – 10 mg; Cloreto de colina – 16 g; Antioxidante – 250 mg; Nicamix – 20 g; Lincimix – 2 g; Sulfato de zinco – 3,8 g; Sulfato de cobre – 800 mg; Sulfato de ferro – 4 g; Sulfato de magnésio – 4,8 g; Selenito de cálcio – 9 mg; Iodeto de potássio – 20 mg. Fases de crescimento e terminação: Vitamina A – 64 mg; Vitamina D – 32 mg; Vitamina E – 480 mg; Vitamina K3 – 56 mg; Vitamina B1 – 16 mg; Vitamina B2 – 64 mg; Vitamina B6 – 32 mg; Vitamina B12 – 240 µg; Ácido pantotênico – 240 mg; Biotina – 1,6 mg; Niacina – 480 mg; Ácido fólico – 8 mg; Cloreto de colina – 8 g; Antioxidante – 250 mg; Coxistac – 10 g; Lincimix – 2 g; Cloreto de sódio – 60 g; Sulfato de zinco – 3,8 g; Sulfato de cobre – 800 mg; Sulfato de ferro – 4 g; Sulfato de magnésio – 4,8 g; Selenito de cálcio – 9 mg; Iodeto de potássio – 20 mg.

Experimento 2

Foram utilizados 1.080 frangos de corte, machos, da linhagem comercial Cobb 500®, criados de 1 a 42 dias de idade. Do 1º ao 4º dia de idade, todas as aves foram mantidas a uma temperatura de 32°C. A partir do 5º dia de idade, os pintainhos foram manejados em 3 condições de temperatura (T): termoneutra de acordo com a idade das aves (TN); temperatura quente (TQ) e temperatura fria (TF) (Tabela 1). As aves foram distribuídas nos boxes em um delineamento inteiramente casualizado, seguindo um modelo fatorial 3 x 3 (3 programas alimentares e 3 temperaturas) com 5 repetições de 24 aves.

Os programas alimentares foram constituídos de um grupo controle (consumo *ad libitum*), restrição quantitativa de 40% em relação ao consumido pelo grupo controle no dia anterior e restrição de 70% em relação ao consumido pelo grupo controle no dia anterior. Do 1º ao 7º dia de idade, as aves receberam ração *ad libitum*. Do 8º ao 14º dia de idade das aves, os programas alimentares experimentais foram aplicados: um grupo de aves (grupo controle) continuou recebendo a ração inicial *ad libitum*, enquanto dois outros grupos passaram a receber sua

alimentação diária restrita em 40% e 70%, respectivamente, em relação ao consumido no dia anterior pelo grupo controle. A partir do 15º dia de idade até o 21º dia, todas as aves voltaram a receber a ração inicial *ad libitum*. Do 22º dia ao 35º dia, foi fornecida uma ração de crescimento e do 36º dia ao 42º, ração final.

Nos dois experimentos, todas as aves receberam o mesmo manejo de criação, com alimentação de água e ração *ad libitum*, exceto durante o período de restrição nutricional, peculiar a cada experimento e grupo experimental. As rações foram fornecidas na forma farelada, obedecendo-se ao esquema experimental. O programa de iluminação adotado foi de 23 horas de luz e 1 hora de escuro durante todo o período experimental (42 dias).

Em cada experimento, aos 14, 28 e 42 dias de idade, 5 aves por tratamento foram sacrificadas e depenadas. Foi realizada uma coleta total das penas, que foram lavadas, secas em estufa a 55°C por um período de 48 horas, esfriadas em temperatura ambiente e pesadas. O perfil de empenamento foi determinado através do peso relativo (peso pena/peso corporal da ave) e peso total de penas (Cooper e Washburn, 1998). Também foi analisada, no Experimento 2, a evolução porcentual do peso de pena. Nesta avaliação, em cada idade, o peso total das penas das aves alimentadas *ad libitum* foi considerado como sendo 100%. Desta forma, foi avaliado o quanto os programas de restrição, 40% e 70%, representaram em relação ao grupo controle.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do procedimento GLM do programa computacional SAS (2002) para um delineamento experimental inteiramente casualizado com esquema fatorial 3 x 3 (3 programas alimentares e 3 temperaturas). Quando necessário, as médias foram testadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados

Experimento 1

Os resultados de perfil de empenamento, medido através do peso total e relativo das penas e o peso corporal das aves obtidos no Experimento 1, encontram-se na Tabela 3. Não se observou interação significativa entre temperatura de criação e programa alimentar para o empenamento e peso corporal dos frangos de corte. Entretanto, independente da temperatura aplicada aos frangos, houve uma redução significativa na cobertura de penas, medida pelo peso total, nas aves submetidas aos programas de restrição protéica e energética aos 14 dias de idade, quando o período restritivo se

encerrou. O empenamento, no entanto, foi recuperado aos 28 dias nas aves submetidas à restrição protéica e somente aos 42 dias nos frangos submetidos à restrição energética. Este resultado é indicativo de que o nível energético da dieta exerceu um efeito mais pronunciado sobre o empenamento do que o nível protéico. A avaliação do empenamento através do peso relativo das penas não demonstrou alteração em nenhuma das idades estudadas ($p > 0,05$).

Tabela 3. Peso total (PT) e peso relativo (PR) de penas e peso corporal (PC) de frangos de corte, aos 14, 28 e 42 dias de idade, submetidos a diferentes programas de restrição alimentar e criados em diferentes temperaturas ambientais.

Tratamentos	PT (g)			PR (%)			PC (g)		
	14 d	28 d	42 d	14 d	28 d	42 d	14 d	28 d	42 d
Restrição									
Controle	4,16 a	26,4 a	126,2	1,02	2,02	5,32	420a	1421a	2537
R. Energética	3,48 b	20,8 b	131,7	1,02	1,86	5,56	352b	1137b	2498
R. Protéica	3,62 b	24,0 a	135,8	1,09	1,99	5,90	342b	1205b	2501
Temperatura									
Quente	4,06	19,6 b	115,0b	1,11	2,20a	5,70	374	980b	2124b
Termoneutra	3,63	24,6 a	149,2a	1,01	1,95b	5,70	370	1372a	2517a
Fria	3,58	25,6 a	136,5a	1,01	1,75c	5,50	357	1368a	2573a
ANOVA, valores de P									
Restrição (RE)	0,04	0,04	0,48	0,19	0,61	0,72	0,03	0,04	0,52
Temperatura (TP)	0,13	0,03	0,02	0,94	0,01	0,54	0,35	0,02	0,01
RE x TP	0,69	0,54	0,15	0,28	0,54	0,63	0,61	0,87	0,34
CV	10,14	9,70	8,12	14,37	6,89	10,95	3,64	4,62	4,04

Médias na mesma coluna, seguidas de letras distintas diferem significativamente ($p < 0,05$).

Em relação à temperatura ambiente, observou-se uma redução do peso total das penas daquelas aves criadas em temperatura quente, aos 28 e aos 42 dias de idade. Quando o empenamento das aves submetidas ao estresse por calor foi expresso em relação ao peso corporal da ave (peso relativo), verificou-se uma maior relação para as aves criadas em condição de estresse por calor, aos 28 dias de idade.

Os programas de restrição (RE e RP) reduziram o peso corporal dos frangos aos 14 dias de idade, dia que encerrava o período de restrição. Esta redução

no peso corporal permaneceu aos 28 dias sendo recuperada somente aos 42 dias de idade ($p > 0,05$). Durante a fase de crescimento, 28 e 42 dias de idade, as aves criadas em condição de temperatura quente apresentaram uma redução no crescimento, observada através de um menor peso corporal.

Experimento 2

Os resultados de perfil de empenamento, medidos através do peso total e peso relativo das penas e peso corporal dos frangos obtidos no experimento 2 podem ser observados na Tabela 4. Não se observou interação significativa entre os fatores temperatura e programa alimentar para essas características.

Houve uma redução significativa no peso total das penas somente para as aves submetidas ao programa de restrição alimentar mais severa (70%), comparando-se às aves alimentadas *ad libitum*. Esta resposta foi observada em todas as idades analisadas. O resultado foi inverso quando o peso relativo das penas foi calculado, isto é, a relação foi maior nas aves restritas de alimentação em 40% ou 70% em relação àquelas alimentadas *ad libitum*. O que chama a atenção, no entanto, é que embora o programa de restrição tenha sido aplicado na segunda semana de idade, as quatro semanas subsequentes para que o frango atingisse 42 dias de idade não foram suficientes para a recuperação no empenamento das aves pertencentes ao grupo que sofreu maior severidade de restrição (70%). Se for analisado, porém, a evolução porcentual do peso das penas (Figura 1), observa-se que a partir de 28 dias de idade existe uma retomada acentuada do empenamento destas aves, proporcional ao nível de restrição. Isto sugere uma alta capacidade de retomada ou aumento no processo de crescimento deste apêndice tegumentar após a realimentação das aves.

Tabela 4. Peso total (PT) e peso relativo (PR) de penas e peso corporal (PC) de frangos de corte aos 14, 28 e 42 dias de idade, submetidos a diferentes programas de restrição alimentar e criados em diferentes temperaturas ambientais.

Restrição	PT (g)			PR (%)			PC (g)		
	14 d	28 d	42 d	14 d	28 d	42 d	14 d	28 d	42 d
0%(ad libitum)	4,38 a	27,17 a	135,66 ^a	1,0 b	2,01	5,4ab	440a	1435a	2624a
40%	3,89 a	23,04 a	134,78 ^a	1,30a	1,92	5,52a	281b	1270b	2594a
70%	2,86 b	18,86 b	122,43b	1,34a	1,69	5,23b	187c	1069c	2311b
Temperatura									
Quente	3,60	22,72	114,33b	1,18	2,01	5,52a	305	1105 b	2182b
Termoneutra	3,74	24,02	136,34 ^a	1,22	1,91	5,32b	306	1280a	2540a
Fria	3,79	20,40	133,38 ^a	1,23	1,69	5,28b	308	1227a	2534a
ANOVA, valores de P									
Restrição (RE)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09	0,01	0,01	0,02	0,02
Temperatura (TP)	0,79	0,20	0,01	0,86	0,10	0,04	0,39	0,03	0,02
RE x TP	0,09	0,92	0,99	0,39	0,88	0,83	0,65	0,78	0,37
CV	6,27	14,87	8,65	8,32	19,00	10,62	3,32	4,61	4,27

Médias na mesma coluna, seguidas de letras distintas, diferem significativamente ($p < 0,05$).

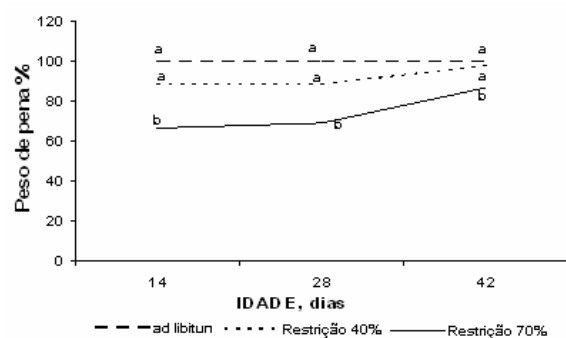


Figura 1. Evolução percentual do peso de pena de frangos de corte submetidos à restrição alimentar do 8º ao 14º dia de idade.

Independente do programa alimentar adotado durante a segunda semana de criação dos frangos de corte, as aves criadas em ambiente quente apresentaram alteração significativa no empenamento ($p < 0,05$), comparadas às aves criadas em condição de termoneutralidade ou em temperatura fria (Tabela 4).

Os programas de restrição (40% e 70%) reduziram proporcionalmente o peso corporal dos frangos aos 14 dias de idade, dia que encerrava o período de restrição. Esta redução no peso corporal permaneceu aos 28 dias sendo recuperada somente aos 42 dias de idade ($p > 0,05$) para os frangos submetidos ao programa de restrição de 40%. As aves que foram restritas em 70% de ingestão de alimento não conseguiram recuperar o peso corporal até os 42 dias de idade.

Discussão

Embora vários trabalhos com frangos de corte tenham sugerido que a restrição alimentar seja uma alternativa para melhorar a eficiência alimentar, diminuir a deposição de gordura abdominal e, principalmente, atuar no controle de alterações de ordem metabólica, como a da morte súbita, ascite e problemas de perna (Plavnik *et al.*, 1986; Gonzales, 1992; Sugeta *et al.*, 2001; Bruno, 2002), a limitação da ingestão de alimento ou nutriente pode provocar alterações no empenamento. No primeiro ensaio, foi observado que quando limitada à ingestão de energia ou proteína na segunda semana de idade dos frangos de corte, nos respectivos programas de restrição, houve um retardamento no processo de crescimento das penas, comparando-se as aves do grupo com alimentação *ad libitum*. Esta redução na cobertura de penas, entretanto, foi recuperada até os 28 dias para as aves restritas em proteína e somente observada aos 42 dias de idade para os frangos de corte que tiveram restringido a ingestão de energia. Estes dados concordam com os encontrados por de Melo *et al.*

(1999), Si *et al.* (2000) e Coello (2002), que verificaram que a redução no crescimento das penas das aves acontece na mesma proporção da redução da proteína da dieta.

A proteína parece ser um fator determinante no processo de formação ou regeneração das penas, e o aumento no nível deste nutriente na dieta determina um maior crescimento das penas, estabelecendo uma condição de muda (Twining *et al.*, 1976). A restrição de proteína implica na redução da ingestão de aminoácidos, especialmente os sulfurados – AAS (metionina e cisteína) – importantes para a síntese das penas pela participação na constituição da queratina, principal componente protéico da pena (Wheeler e Latshaw, 1981; Champe e Maurice, 1984). De acordo com Leeson e Summers (1997), são utilizados, respectivamente, 25% e 2% de cisteína e metionina da dieta para a síntese da queratina. De acordo com Moran (1984), a proporção de AAS no tegumento é maior do que nos outros tecidos, como o muscular, por exemplo. Desta forma, acredita-se que a ingestão de níveis marginais de AAS poderá se manifestar em pobre desenvolvimento das penas.

A restrição energética exerceu um efeito mais prolongado que a restrição protéica, pois a recuperação no empenamento das aves restritas no consumo de energia na segunda semana de criação somente foi verificada aos 42 dias de idade. Redy *et al.* (1990), já haviam constatado a importância do componente energético da dieta sobre o empenamento, ao verificar que sua redução afetava o empenamento de frangos de corte. Estes resultados, no entanto, contrariam os achados de Marks (1990) que atribuiu menor importância à energia da dieta sobre a qualidade do empenamento dos frangos de corte, ao verificar que a utilização de dietas com baixa proteína e alta energia foi mais prejudicial que dietas de baixa energia e alta proteína. Pode-se especular, desta forma, que além dos níveis de proteína e energia utilizados na dieta, deve ser considerada a relação entre estes dois componentes. Nas condições deste trabalho, por exemplo, o programa de restrição energética adotou uma relação EM:PB de 113, 15,2% menor que a adotada para a dieta do grupo controle.

Ao avaliar o empenamento através do peso relativo das penas (peso das penas em relação ao peso corporal da respectiva ave) não foi observada diferença entre as aves alimentadas normalmente ou restritas em energia e proteína. Este fenômeno pode ser explicado pelo fato de que a redução no peso das penas das aves restritas acontecer aproximadamente na mesma proporção da redução do ganho de peso destas aves. Por exemplo, as aves restritas em energia

apresentaram uma redução em 16% do peso corporal comparadas às aves do grupo controle, a mesma proporção da redução do peso de penas.

No segundo ensaio, é interessante observar que aos 14 dias, dia que encerrou a fase de restrição alimentar, as aves que foram restritas em 40% da ingestão de alimento, comparadas ao consumo do grupo controle, embora tenham apresentado uma redução significativa no ganho de peso ($p=0,01$), em virtude da menor ingestão de ração, não apresentaram redução no crescimento de penas, medidas através do peso total das penas. Nesta primeira fase das aves, fase inicial, caracterizada pela grande necessidade de calor, devido à imaturidade do sistema termorregulador, que ocorre geralmente entre 10 e 15 dias de idade, o empenamento é importante para a retenção de calor (Macari et al., 1994). Parece, desta forma, que mesmo com uma redução em 40% da ingestão de ração, as aves priorizaram a manutenção do crescimento das penas, mesmo a custo de um menor ganho de peso. A restrição mais severa (70%), além da esperada redução no peso dos frangos, também reduziu o empenamento (peso total das penas ($p=0,04$)). O percentual de redução do empenamento das aves deste grupo (34%), porém, foi menor que a redução no ganho de peso (57%), aos 14 dias de idade, reafirmando a tentativa de manutenção do crescimento das penas na fase inicial.

Estes dados discordam dos achados de Coello (2003) que estudou programas de restrição alimentar (com limitação do consumo em 75% e 85%), tendo níveis mais severos que este trabalho, verificou que, embora os programas de restrição afetaram os parâmetros de desempenho, não alteraram o empenamento.

Aos 14 dias de idade, também houve um maior peso relativo de penas nas aves restritas do que para as aves que tiveram alimentação *ad libitum*, da mesma forma que verificado por Smith et al. (1994). Este fenômeno pode ser explicado por uma maior redução no crescimento animal do que no crescimento das penas, em condição de restrição.

Com relação à temperatura ambiente, houve uma redução no empenamento (peso total das penas) daquelas aves alojadas em alta temperatura, principalmente na fase de crescimento (aos 28 e aos 42 dias no Experimento 1 e aos 42 dias no Experimento 2). Estes dados corroboram os de Cooper e Washburn (1998) que verificaram redução no empenamento quando as aves foram expostas a uma temperatura de 32°C até os 49 dias de idade e esta ocorrência foi significativamente correlacionada com depressão de ganho de peso e conversão

alimentar.

Na fase de crescimento, as aves apresentam dificuldade para dissipar calor e manter a temperatura corporal em níveis normais. Na condição de alta temperatura, a homeostase térmica da ave é mantida através da troca de calor por evaporação (Meltzer, 1987; Furlan e Macari, 2002) e através do aumento da frequência respiratória (ofegação) que, embora mais eficiente, determina um maior gasto energético (Furlan e Macari, 2002). Simultaneamente, na condição de hipertermia, há um decréscimo na ingestão de alimento (Faria Filho, 2003) como uma tentativa de aliviar o estresse de calor. Como há um menor consumo de ração e parte da energia metabolizável ingerida será destinada para a dissipação de calor corporal (Baziz et al., 1996, Longo, 2000), o que se espera é uma redução no crescimento animal, incluindo o empenamento.

A pena atua como isolante térmico, dificultando a dissipação de calor. Zhou e Yamamoto (1997) observaram um aumento de 41°C para 44°C na temperatura corporal, com o aumento da temperatura ambiental. Desta forma, a redução de empenamento verificada nas aves criadas em ambiente de alta temperatura pode contribuir para o equilíbrio térmico (Geraert et al., 1996). Cahaner e Leenstra (1992) demonstraram uma maior eficiência no ganho de peso, com aumento de até 3 vezes nas aves com menor cobertura de pena. Portanto, quanto maior a capacidade da ave de ganhar peso, maior será o benefício da redução do empenamento, uma vez que, com menor isolamento externo, haverá maior perda de calor em ambiente quente.

Conclusão

Nas condições experimentais adotadas, pode-se concluir que o empenamento nos frangos é sensível à variação protéica e energética da dieta.

Limitações muito severas na ingestão de alimento, mesmo em idade precoce de criação, reduzem proporcionalmente o empenamento de frangos de corte.

A temperatura de criação influencia a qualidade do empenamento dos frangos de corte.

Referências

- AJAG, O.A. et al. Effect of dietary protein content on growth and body composition of fast and slow feathering broiler chickens. *Br. Poult. Sci.*, London, v. 34, n. 1, p. 73-91, 1993.
- BAZIZ, H. A. et al. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. *Poult. Sci.*, Champaign, v. 75, n. 4, p. 505-513, 1996.
- BRUNO, L.D.G. *Desenvolvimento ósseo em frangos: influência da restrição alimentar e da temperatura ambiente*. 2002. Tese

- (Doutorado)—Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.
- CAHANER, A.; LEENSTRA, F. Effects of high temperature on growth and efficiency of male and female broilers from lines selected for high weight gain, favorable feed conversion, and high or low fat content. *Poult. Sci.*, Champaign, v. 71, n. 6, p. 1237-1250, 1992.
- CHAMPE, K.A.; MAURICE, D.V. Plasma sulfur AA in the domestic hen following molt induced by low sodium diet. *Nutrition and Reproduction*, v. 30, n. 5, p. 965-968, 1984.
- COELLO, C.L. Consideraciones del emplume en pollos de engorde. In.: CONRESSO LATINOAMERICANO DE AVICULTURA, 12., 2002, Venezuela. *Memorias...* Venezuela, 2002. p. 34-38.
- COELLO, C.L. Feathering: an experimental study. *Feathering Manual*. Sent Luis, 2003. CD-ROM.
- COOPER, M.A.; WASHBURN, K.W. The relationships of body temperature to weight gain, feed consumption and feed utilization in broiler under heat stress. *Poult. Sci.*, Champaign, v. 77, n. 2, p. 237-242, 1998.
- EDENS, F.W. Empenamento em frangos de corte: Influência de aminoácidos e minerais na dieta. In.: Conferência APINCO 2000 de Ciência e Tecnologia Avícola, 2000, Campinas. *Anais...* Campinas: FACTA, 2000. p. 81-100.
- FARIA FILHO, L.E. *Efeito de dietas com baixo teor protéico, formuladas usando o conceito de proteína ideal, para frangos de corte criados em temperaturas fria, termoneutra e quente*. 2002. Tese (Doutorado)—Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.
- FURLAN, R.L.; MACARI, M. Termoregulação. In.: MACARI, et al. (Ed.) *Fisiologia Aviária aplicada a frangos de corte*. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p. 209-230.
- GERAERT, P.A. et al. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: growth performance, body composition and energy retention. *British Poult. Sci.*, Champaign, v. 75, p. 195-204, 1996.
- GONZALES, E. *Estudo da síndrome da morte súbita em frangos de corte*. 1992. Tese (Doutorado)—Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1992.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. Feeding programs for broiler breeders. In.: LEESON, S.; SUMMERS, J.D. (Ed.) *Commercial Poultry Nutrition*. Ontario: University Books. 2. ed. 350p., 1997.
- LONGO, F.A. *Estudo do metabolismo energético e do crescimento em frangos de corte*. 2000. Dissertação (Mestrado)—Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2000.
- MACCASLAND, E.; RICHARDSON, L.R. Methods for determining the nutritive value of feather meals. *Poult. Sci.*, Champaign, v. 45, n. 6, p. 1231-1236, 1966.
- MACARI, M. et al. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: FUNEP, 1994.
- MARKS, H.L. Genotype by diet interactions in body and abdominal fat weight in broiler. *Poult. Sci.*, Champaign, v. 69, n. 5, p. 879-886, 1990.
- MELO, J. E. et al. Effects of dietary crude protein on slaughter yield of selected broiler stock. *J. App. Genet.*, Posnan, v. 40, n. 2, p. 219-231, 1999.
- MELTZER, A. Acclimatization to ambient temperature and its nutritional consequences. *World's Poult. Sci. J.*, Ithaca, v. 43, n. 1, p. 33-45, 1987.
- MORAN, E.T. Feather and L-methionine substitutes. *Feed Manage.*, Sea Isle City, p.46, 1984.
- ÖZKAN, S. et al. The development of terminal resistance of the feather coat in broilers with different feathering genotypes and feeding regimes. *Br. Poult. Sci.*, London, v. 43, n. 3, p. 472-481, 2002.
- PLAVNIK I. et al. Effect of early feed restriction in broiler. I. Growth performance and carcass composition, *Growth*, Lakeland, v. 50, n. 1, p. 68-76, 1986.
- REDY, V.R. et al. Carcass yield of chicken as influenced by bird type, age and dietary protein and energy. *Indian J. Anim. Sci.*, New Delhi, v. 63, n. 3, p. 365-369, 1990.
- SAS INSTITUTE, 2002. SAS® User's Guide: Statistics, SAS institute Inc, Cary, NC.
- SI, J. et al. Minimizing crude protein levels in broiler diets through amino acid supplementation. 1. Exent to witch crude protein may be diets through amino acid supplementation. In: SOUTHERN POULTRY SCIENCE SOCIETY CONFERENCE, 2000, Atlanta. *Proceeding...* Atlanta, 2000, p. 17-18.
- SMITH, W.K. et al. Feather growth and molting pattern of early and late feathering female broiler given ad libitum and restricted feeding. In: 9TH EUROPEAN POULTRY CONFERENCE, 1994, Glasgow. *Proceeding...* Glasgow, 1994. p.272-273.
- SUGETA, S.M. et al. Programas de restrição alimentar em frangos de corte: avaliação de características cardio-pulmonares em diferentes temperaturas. In: CONFERÊNCIA APINCO 2001 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2001, Campinas. *Anais...* Campinas: FACTA, 2001. p. 68.
- TWINING, P.V. et al. The number of feather on the litter, another criterion for evaluating the adequacy of broiler diets. *Poult. Sci.*, Champaign, v. 55, n. 6, p. 1200-1207, 1976.
- YALÇIN, S. et al. Comparative evaluation of three commercial broiler stocks in hot temperature climates. *Poult. Sci.*, Champaign, v. 76, n. 5, p. 921-929, 1997.
- WHEELER, K.B.; LATSHAW, T.D. Sulfur amino acid requirements and interactions in broilers during two growth periods. *Poult. Sci.*, Champaign, v. 60, n. 2, p. 228-236, 1981.
- WYLIE, L.M. et al. Effects of ambient temperature and restricted feeding on growth of feathers in growing turkeys. *Br. Poult. Sci.*, London, v. 42, n. 5, p. 449-455, 2001.
- ZHOU, W.T.; YAMAMOTO, S. Effects of environmental temperature and heat production due to food intake on abdominal temperature, shank skin temperature and respiration rate of broilers. *Br. Poult. Sci.*, London, v. 107, n. 6, p. 107-114, 1997.

Received on February 10, 2005.

Accepted on August 10, 2005.