

Edney P. Silva¹Carlos B. V. Rabello¹Rosa C. Lira¹Ronaldo V. Farias Filho¹Cristiano S. Albuquerque¹Demóstenes A. T. Silva¹

Estimativas das perdas endógenas e metabólicas em frangos de corte

RESUMO

O objetivo neste trabalho, foi determinar as perdas endógenas e metabólicas em frangos de corte em diferentes idades. O experimento foi conduzido utilizando-se 140 aves, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram em coletas de material excretado nas idades médias experimentais de 7; 17; 27 e 37 dias. A coleta foi realizada com as aves com 48 horas em jejum. Determinaram-se os teores de matéria seca, nitrogênio e energia bruta das perdas endógenas e metabólicas. As perdas endógenas e metabólicas demonstraram alta correlação negativa, resultando em efeito linear decrescente para as perdas endógenas e metabólicas, com o avanço da idade. Observaram-se altas repetibilidades para as perdas endógenas e metabólicas, de matéria seca, nitrogênio e energia fecal metabólica e urinária endógena. As equações baseadas no peso metabólico das aves apresentaram estimativas mais precisas.

Palavras-chaves: ensaio de metabolismo, equação de predição, método de coleta total

Estimates of the endogenous and metabolic losses in broiler chickens

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the endogenous and metabolic losses with broiler chickens in different ages. One hundred-forty broiler chickens were allocated in the metabolic cages according to completely randomized design with four treatments and five replications. The treatments consisted of collection of excreta of broiler chickens at 7, 17, 27 and 37 days. The material was collected after 48 h of bird starvation. The dry matter, nitrogen and crude energy, the endogenous and metabolic losses were determined. The endogenous and metabolic losses demonstrated a high negative correlation with age of the bird, resulting in decreasing linear effect. The repeatability was observed for the endogenous and metabolic losses of dry matter, nitrogen and fecal and metabolic energy. The equations based on the metabolic weight of the birds presented the best estimates.

Key words: Metabolism assay, method of collection, predict equation

¹ Dept^o de Zootecnia, UFRPE, edneysilva@oi.com.br;
cbviagem@dz.ufrpe.br

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, vários métodos foram desenvolvidos na tentativa de se estimar valores de energia metabolizável dos alimentos, no tocante à sua precisão, uma vez que o sistema de energia metabolizável aparente, utilizado nas formulações de dietas, traz a inferência de que toda energia excretada é proveniente do alimento, conforme é relatado pela literatura (Hill & Anderson, 1958; Hill et al., 1960; Guilhaume & Summers, 1970 e Sibbald, 1975). Desta forma, subestima o valor energético do alimento e, conseqüentemente, superestima também, o conteúdo calórico da formulação.

Frente aos inconvenientes, Dale & Fuller (1982) propuseram que o sistema de energia metabolizável verdadeira (EMV) expressa com mais segurança o conteúdo energético dos alimentos, quando comparado ao sistema de energia metabolizável aparente (EMA); assim, a necessidade de correção para as perdas endógenas e metabólicas nos valores de energia metabolizável aparente (Sibbald, 1976a; Dale & Fuller, 1982; Albino, 1991) proporciona uma estimativa mais precisa do conteúdo energético dos alimentos, que se faz de grande valia para a otimização do manejo alimentar visando ao máximo potencial da ave.

As contribuições endógena e metabólica quantificadas em ensaios de metabolismos, são relativas às descamações celulares e secreções gastrintestinais, que se expressam quimicamente, em quase sua totalidade, em grupos nitrogenados, notadamente somados a contribuição referente à ação da microbiota intestinal.

Separando-se as excreções em fezes e urina se encontram, nas primeiras, os resíduos não-digeridos e a fração metabólica formada por bÍlis, secreções digestivas e células procedentes da mucosa intestinal. Na fração urinária predominam os resíduos alimentares absorvidos e eliminados sem ser catabolizados, adicionados da fração endógena, que consiste no produto do catabolismo dos tecidos (Sibbald & Price, 1978; Sibbald, 1981a; Albino, 1991).

Nos sistemas de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn); verdadeira (EMV), verdadeira corrigida para o balanço de nitrogênio (EMVn), seus valores tendem a se aproximar a medida em que o consumo pelas aves aumenta (Wolynetz & Sibbald, 1984 e Penz Júnior et al., 1999). Em termos metodológicos, a ingestão de alimentos exerce importante papel sobre as perdas endógenas e metabólicas em ensaios de metabolismo.

Trabalhando com o método tradicional, Coelho et al. (1983) relataram que em níveis normais de consumo, as perdas endógenas e metabólicas são pequenas em relação à excreção de energia proveniente do alimento e demonstram pouca influência nos valores de EMA e EMAn. Observa-se, deste modo, uma relação inversa em baixos níveis de consumo, em que as perdas são proporcionalmente maiores e resultam em diminuição nos valores estimados para EMA e EMAn.

Efeitos derivados a partir do baixo consumo por aves experimentais são mais pronunciados quando se utiliza a metodologia de alimentação forçada preconizada por Sibbald (1976b), conforme os dados apresentados por Lima et al.

(1989), que apontaram valores significativamente diferentes quando comparado com os valores de EMV vs EMA e EMVn vs EMAn, evidenciando o efeito das perdas endógenas e metabólicas em baixos níveis de ingestão.

Neste sentido, a correção feita para energia fecal metabólica e energia urinária endógena, anula o efeito do baixo nível do consumo, evidenciando o efeito causado pela idade, já que aves adultas metabolizam mais os alimentos que as jovens (Penz Júnior et al., 1999).

Para quantificar, em ensaios de metabolismo, as perdas endógenas e metabólicas, diversas metodologias são relatadas pela literatura (De Lange et al., 1989 e Pozza et al., 2003). Os métodos comumente utilizados são aves mantidas em jejum, aves alimentadas com dieta isenta de proteína e regressão com extrapolação para consumo zero.

As perdas endógenas e metabólicas têm sido expressas de diferentes formas na literatura, no que se refere ao sistema de unidade, conforme os dados apresentados por Sibbald & Price (1978) e Sibbald (1981b); entretanto, algumas dessas formas não oferecem mecanismos para comparar o metabolismo basal e as relações existentes e como elas se expressam em aves de diferentes categorias e idades.

Uma forma prática de se comparar essas variáveis nas condições citadas é através do uso de equações de predição, considerando-se que a maioria dos laboratórios não dispõe de bomba calorimétrica e mesmo que os laboratórios tivessem calorímetro, a execução de ensaios biológicos seria dispendiosa e demorada (Borges et al., 2003); para isto, equações geradas a partir de parâmetros inerentes às aves podem auxiliar o entendimento de pesquisadores.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi determinar as perdas endógenas e metabólicas em frangos de corte em diferentes idades, expressando-se em diferentes sistemas de unidade; gerar e avaliar equações de predição para as perdas endógenas e metabólicas de matéria seca, nitrogênio e energia fecal metabólica e urinária endógena.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se um experimento no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, utilizando-se 140 frangos de corte machos, da linhagem Ross, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições.

Os tratamentos consistiram de quatro idades médias de frango de corte (7, 17, 27 e 37 dias de idade), sendo 10, 8, 6 e 4 o número de aves por parcela experimental nas respectivas idades. Inicialmente, as aves foram transferidas para as baterias (0,50 x 0,50 x 0,50 m) aos 2°, 12°, 22° e 32° dias de idade; se obedece a um período de três dias de adaptação às instalações. Os animais foram mantidos em jejum nos 5°, 15°, 25° e 35° dias, pelo período de 24 h, para limpar o trato digestório e, em seguida, mais 48 h para coleta do material, resultando em idades médias experimentais de sete (T1), 17 (T2), 27 (T3) e 37 (T4) dias.

Antes do início de cada fase experimental, as aves foram criadas em boxes (piso) recebendo dieta à base de milho e

farelo de soja, formulada para atender às exigências nutricionais nas diferentes idades, utilizando-se os níveis preconizados por Rostagno et al. (2000); posteriormente, foram selecionadas pelo peso, buscando-se a máxima uniformidade no período experimental, alojadas em gaiolas dotadas de aquecimento apenas nas duas primeiras semanas, com bandejas revestidas de lona, instaladas sob as gaiolas, para coleta do material excretado para a determinação das energias fecal metabólica e urinária endógena (Efm+Eue) e das perdas endógenas e metabólicas de matéria seca (MSfm ± MSue) e nitrogênio (Nfm ± Nue). Os valores relativos ao peso médio das aves no período experimental foram 115,30 ± 2,13 g (T1), 231,18 ± 1,71 g (T2), 1316,67 ± 33,33 g (T3) e 1645,00 ± 59,69 g (T4). Utilizou-se a coleta total registrando-se apenas as quantidades do material excretado.

A água foi fornecida à vontade, durante todo o período experimental. As excretas das aves foram coletadas duas vezes ao dia; em seguida, foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados, e armazenadas em freezer, na temperatura de -20 °C até o final do experimento; posteriormente descongeladas e homogeneizadas por unidade experimental.

As referidas amostras foram pré-secadas, moídas e analisadas quanto aos teores de matéria seca, nitrogênio e energia bruta, de acordo com AOAC (1990). Para se comparar as relações existentes e as unidades para aves de diferentes idades, as perdas endógenas e metabólicas foram expressas em diferentes sistemas de unidade (ave, kgPC, kgPC^{-0,75} e em porcentagem de peso corporal (PC)).

Análises de variância e regressão foram realizadas, utilizando-se o programa computacional SISVAR versão 4.6 (Ferreira, 2003). Para comparação das médias se utilizou o teste de Student Newman-Keuls a 5% de probabilidade. A análise da repetibilidade entre as observações repetidas dentro da mesma variável foi efetuada conforme Albino (1991).

Tabela 2. Médias das perdas de matéria seca, nitrogênio e energia fecal metabólica e urinária endógena em diferentes idades, na base da matéria seca[#]

Table 2. Means of the dry matter, nitrogen and energy fecal metabolic and urinary endogenous losses for different ages, on dry matter basis[#]

Variáveis	Idade (dias)				Média	Coeficiente de Repetibilidade	F	Equações de Predição	R ²	CV (%)
	7	17	27	37						
Matéria Seca fecal metabólica ± Matéria Seca urinária endógena										
MSfm + MSue (gMS por ave)	3,64±0,42 b	3,65±0,99 b	5,49±2,84 b	8,96±2,47 a	5,44	0,590	8,19	Y=30,495+0,108x*	0,313	35,98
MSfm + MSue (% kg de PC ⁻¹)	3,16±0,37 a	1,58±0,42 b	0,68±0,37 c	0,34±0,15 c	1,44	0,942	81,70	Y=3,502-0,0938x**	0,920	21,70
MSfm + MSue (gMS kg PC ⁻¹)	31,61±3,72 a	15,79±4,24 b	6,81±2,15 c	3,35±2,84 c	14,39	0,942	82,22	Y=37,088-0,866x**	0,919	21,63
MSfm + MSue (gMS kg PC ^{-0,75})	32,75±3,82 a	18,41±4,96 b	11,41±3,60 c	5,36±2,45 d	16,98	0,903	38,10	Y=36,606-0,892x**	0,954	22,45
Nitrogênio fecal metabólico ± Nitrogênio urinário endógeno										
Nfm + Nue (gN por ave)	0,61±0,08 c	0,78±0,17 cb	1,36±0,72 b	2,13±0,50 a	1,22	0,676	11,42	Y=0,434+0,357x**	0,455	37,07
Nfm + Nue (% kg de PC ⁻¹)	0,53±0,08 a	0,34±0,07 b	0,16±0,06 c	0,08±0,03 c	0,28	0,913	53,20	Y=0,612-0,0152x**	0,968	21,91
Nfm + Nue (gN kg PC ⁻¹)	5,34±0,75 a	3,37±0,71 a	1,61±0,56 b	0,83±0,32 c	2,79	0,914	54,04	Y=6,498-0,131x**	0,968	21,85
Nfm + Nue (gN kg PC ^{-0,75})	5,53±0,77 a	3,93±0,83 b	2,72±0,93 c	1,33±0,50 d	3,38	0,836	26,44	Y=6,421-0,138x**	0,997	23,03
Energia fecal metabólica + Energia urinária endógena										
Efm + Eue (kcal por ave)	14,53±2,0 b	14,63±4,7 b	22,01±10,7 b	35,96±10,7 a	21,78	0,582	7,97	Y=12,154+0,438 x**	0,314	36,66
Efm + Eue (kcal kg PC ⁻¹)	126,10±18,0 a	63,25±20,2 b	27,35±8,14 c	13,44±6,64 c	57,54	0,922	59,98	Y=139,799-3,739 x**	0,920	25,24
Efm + Eue (kcal kg PC ^{-0,75})	130,65±18,48 a	73,77±23,65 b	45,83±13,64 c	21,50±10,57 d	67,94	0,877	36,77	Y=146,131-3,554 x**	0,955	25,48

¹ MSfm + MSue - matéria seca fecal metabólica e urinária endógena

² Nfm + Nue - nitrogênio fecal metabólico e urinário endógeno;

³ Efm + Eue - energia fecal metabólica e urinária endógena

[#] Médias seguidas de mesma letra nas linhas, não diferem pelo teste Student Newman-Keuls, a 5% de probabilidade. *P>0,05; **P<0,01

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de nitrogênio se apresentaram em maior concentração nas idades avançadas, demonstrando efeito linear; enquanto a energia bruta das excretas não foi influenciada pela idade das aves (Tabela 1).

Sibbald (1981b), estudando a excreção endógena e metabólica de aves, atentou para as variações das condições de jejum, peso corporal, composição corporal, genótipo e estado fisiológico e concluiu que esses fatores podem condicionar variação no aspecto quantitativo e a composição química do material excretado.

Na Tabela 2 se encontram os valores das perdas endógenas e metabólicas, sendo possível observar que os tratamentos avaliados diferiram entre si. Os valores de matéria seca fecal metabólica e urinária endógena (MSfm ± MSue), expressos em g por ave, apontaram uma perda maior aos 37 dias de idade, diferindo das demais, que foram semelhantes.

Tabela 1. Composição química das perdas endógenas e metabólicas em diferentes idades, na base da matéria seca[#]

Table 1. Chemical composition of the endogenous and metabolic losses, in different ages, on dry matter basis[#]

Idade (dias)	Nitrogênio (%)	Energia Bruta (kcal/g)
7	16,89 b	3,986 a
17	21,59 a	3,974 a
27	23,67 a	4,032 a
37	25,26 a	3,973 a
Média	21,85	3,991
Equação	Y = 0,271 + 15,892x**	Y = 3,987
R ²	0,93	-
CV (%)	10,81	5,56

[#] Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste Student Newman-Keuls a 5% de probabilidade. **= significante a P < 0,01.

Comportamento inverso foi verificado quando se expressou, em % de kgPC e g kgPC⁻¹, os quais apontam para uma perda menor com avanço da idade até o 27^o dia de idade. Quanto aos valores da energia fecal metabólica e urinária endógena (Efm + Eue), constatou-se comportamento semelhante ao descrito para matéria seca fecal metabólica e urinária endógena (MSfm ± MSue).

Efeito mais pronunciado foi visto quando se utilizou a relação com o peso metabólico, que revelou maior perda endógena e metabólica de matéria seca, nitrogênio e energia para a fase pré-inicial e menor valor para a fase final.

Apesar de serem escassos os dados na literatura, diz-se que os valores médios determinados durante o período experimental foram semelhantes aos valores obtidos por Sibbald (1981b), que encontrou valor máximo de 5,34 g por ave de MSfm ± MSue excretada, determinados com galos da linhagem Hubbard, aos 423 dias de idade.

Neste sentido, Chung & Baker (1992) verificaram perda de 0,944 g por ave de nitrogênio fecal metabólico e urinário endógeno (Nfm + Nue) e Sibbald & Price (1978), observaram perda máxima de 10,44 kcal por ave e 4,46 kcal kgPC⁻¹ de Efm + Eue, em um período de 24 h, intervalo em que há maior excreção endógena e metabólica (Sibbald, 1981b). Neste mesmo período as aves excretaram nas idades de 7, 17, 27 e 37 dias o equivalente a 7,27, 7,31, 17,98 e 11,01 kcal por ave, e 63,05, 31,63, 13,67 e 6,72 kcal kgPC⁻¹ para as respectivas idades.

Pelos valores da repetibilidade apresentados, nota-se que os dados sugerem ser reproduzíveis pelo método de coleta total de excreção endógena e metabólica das aves mantidas em jejum, apresentando maior valor para as variáveis relacionadas ao peso corporal, como também maiores valores de F e menores coeficientes de variação, dentre os estudados.

As diferenças expostas podem ser consideradas essencialmente de origem metodológica, pois os autores Chung & Baker (1992), Sibbald & Price (1978) e Sibbald (1981b) obtiveram os dados utilizando galos adultos; contudo, através da relação intra-espécies, que é estabelecida por meio da associação entre o metabolismo basal e o peso metabólico, faz-se possível comparar a taxa metabólica de animais adultos com pesos corporais diferentes, conforme Blaxter (1989).

De Lange et al. (1989), coletando digesta e fezes em suínos alimentados com dieta isenta de proteína (DIP), verificaram que os teores de nitrogênio se situaram em torno de 3,17 e 1,34 g kg⁻¹ de DIP, cujo valor corresponde a 0,147 e 0,062 g de nitrogênio por kg de peso metabólico, para cada quilo de DIP ingerida.

Com gatos adultos, Hendriks et al. (1996), ao compararem a perda de nitrogênio endógeno intestinal, utilizando duas dietas, uma formulada isenta de proteína e outra à base de caseína hidrolisada, averiguaram perda de 2,4 e 3,6 g kg⁻¹ de matéria seca ingerida, respectivamente. Em uma estimativa, esse valor representa que a cada quilo de matéria seca ingerida, os animais perderam aproximadamente 0,912 e 1,368 g kg⁻¹ de peso metabólico.

Utilizando dieta purificada isenta de proteína, Hendriks et al. (2002), ao compararem a perda endógena fecal metabólica de nitrogênio em cães e ratos, encontraram valores de 1,689 e 3,007 g kg⁻¹ de matéria seca da dieta ingerida para ratos em

cães, respectivamente. Comparativamente, os cães apresentaram maior perda endógena de nitrogênio (0,261 g kg^{-0,75}) em relação aos ratos (0,023 g kg^{-0,75}), conforme sugere a estimativa a partir dos dados apresentados pelos autores.

Considerando as diferenças metodológicas, aves mantidas em jejum demonstraram maior perda endógena e metabólica, provocada possivelmente pelo intenso catabolismo motivado pelo índice glicêmico das aves no período experimental; contudo, os valores reportados pela literatura para perda endógena de nitrogênio foram inferiores ao valor médio determinado em todo o período experimental apresentado no presente trabalho (Tabela 2).

A partir desta constatação, infere-se que os pintinhos de corte, ou seja, as aves na fase pré-inicial, tiveram maior perda em relação às diferentes categorias e espécies já citadas.

Os valores obtidos para perda por excreção endógena e metabólica de matéria seca, nitrogênio e energia foram notavelmente mais pronunciados para o período que compreende a fase pré-inicial, reduzindo esta diferença com o avanço da idade, ou seja, 56,22% aos 17 dias; assume-se um valor aos 37^o dia que corresponde a 16,37% para matéria seca fecal metabólica e urinária endógena, comportamento semelhante foi verificado para energia fecal metabólica e urinária endógena (Tabela 3).

Para o nitrogênio fecal metabólico e urinário endógeno, esta redução se comportou de forma mais acentuada, diminuindo em 71,04% da excreção do nitrogênio aos 17 dias de idade, quando comparado com o valor determinado na fase pré-inicial (Tabela 3).

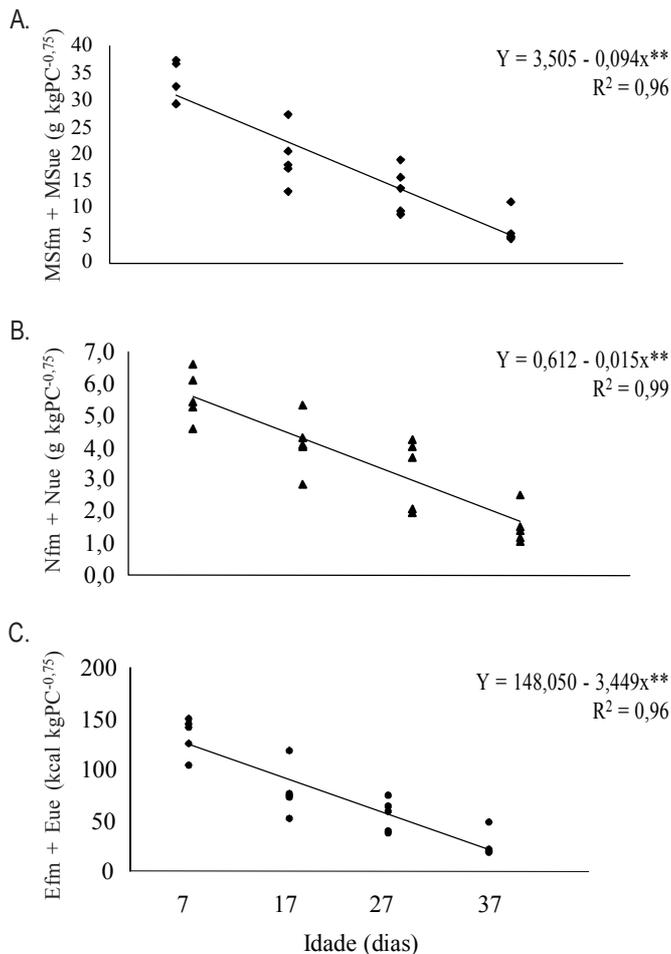
Tabela 3. Estimativa de redução (%) das perdas endógenas e metabólicas em diferentes idades de frangos de corte

Table 3. Estimates of the reduction (%) of endogenous and metabolic losses at different ages of the broiler chickens

Idade (dias)	Matéria seca (MSfm + MSue)	Nitrogênio (Nfm + Nue)	Energia (Efm + Eue)
7	100,00	100,00	100,00
17	56,22	71,04	56,46
27	34,85	49,07	35,08
37	16,37	23,98	16,45

Apesar dos altos coeficientes de variação apresentados no presente trabalho, os dados apontam para diferenças significativas entre as idades experimentais estudadas. Essas diferenças se alargam, sobretudo quando comparadas com a fase pré-inicial, que revelou maiores valores de perda em excreção endógena e metabólica das variáveis estudadas, apresentando efeito linear decrescente com o avanço da idade da ave, conforme a Figura 1A, B e C.

Face ao exposto, o trato gastrointestinal passa por modificações no epitélio intestinal, especialmente no jejuno e íleo, aumentando os enterócitos em número e volume, com o avanço da idade (Uni et al., 1995), em busca de desenvolver e aprimorar a capacidade digestivo-absortiva (Moran Junior, 1985) para atender às necessidades corporais. Este fenômeno resulta em descamações que, somadas à mobilização de com-



** P<0,01.

Figura 1. Efeito da idade sobre as perdas em matéria seca fecal metabólica e urinária endógena (MSfm + MSue) (A), nitrogênio fecal metabólico e urinário endógeno (Nfm + Nue) (B) e energia fecal metabólica e urinária endógena (Efm + Eue) (C)

Figure 1. Effect of the age on losses in dry matter metabolic fecal and endogenous urinary (MSfm + MSue) (A), metabolic fecal nitrogenous and endogenous urinary (Nfm + Nue) (B), and metabolic fecal and endogenous urinary energy (Efm + Eue) (C)

postos presentes na composição corporal, no que se refere ao aporte lipoprotéico das aves na fase pré-inicial, podem ter contribuído com os altos valores apresentados para esta fase que, posteriormente a este período, apresentam efeito linear decrescente com o avanço da idade, para os valores de perda em excreções endógenas e metabólicas.

Este efeito pode estar ligado principalmente a fatores como: o genótipo, o estado fisiológico, assim como a composição corporal da ave, haja vista que, nesta fase, o trato gastrointestinal é um importante local de crescimento durante o período inicial pós-eclosão, aumentando de tamanho muito mais rapidamente do que o corpo inteiro nas primeiras semanas de vida (Nir, 1998).

O referido autor ressalta ainda o papel crucial que a gema residual desempenha na complementação dos nutrientes absorvidos pós-eclosão, variável significativa nos estudos de composição corporal em frangos de corte, na fase pré-inicial, já que a natureza do tecido degradado está intimamente rela-

cionada com o efeito direto sobre as perdas endógenas e metabólicas (Sibbald, 1981a).

Brumano et al. (2005), ao determinarem os valores de energia metabolizável de alguns alimentos com frangos de corte em duas idades (21 a 31 e 41 a 50 dias), observaram que as perdas energéticas de origem metabólica e endógena nas excretas mostraram pouca influência sobre os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida (EMAn); no entanto, deve-se considerar a idade das aves no período experimental, pois essas perdas diminuíram com o avanço da idade conforme demonstrado na Figura 1.

Portanto, segundo os dados obtidos no presente experimento, sugere-se considerar essas perdas em ensaios com aves mais jovens, principalmente em aves em fase pós-eclosão. Logo, a correção para essas perdas anula o efeito admitido pela idade, conforme Penz Júnior et al. (1999).

A partir das equações obtidas no presente trabalho e apresentadas na Tabela 2, estimaram-se as perdas endógenas e metabólicas que estão demonstradas na Tabela 4.

Os valores com base em g por ave ou kcal/ave apresentaram menores coeficientes de determinação e geraram modelos de equações, cujos valores foram discrepantes com os determinados; já os modelos expressos em g kgPC⁻¹; % de PC ou kcal kgPC⁻¹ indicaram valores coerentes, compreendidos na faixa do desvio padrão, mas, são limitadas as idades experimentais, não se podendo extrapolar para idades mais avançadas, pois predizem valores negativos para perdas endógena e metabólica.

As equações geradas a partir do peso metabólico das aves proporcionaram maiores coeficientes de determinação que as anteriores, tendo em vista que alguns valores estimados foram negativos. Atenção deve ser dada ao fato de que não há perdas endógena nem metabólica negativas, uma vez que aves com 40 dias de idade se encontram em pleno metabolismo para atender às exigências de manutenção e ganho. Não obstante, esses modelos foram gerados com a idade média experimental de 37 dias; portanto, sua validade se limita à idade média experimental.

Corroborando com os modelos gerados para as estimativas das perdas endógenas e metabólicas, os valores dos coeficientes de correlação da idade, peso corporal e peso metabólico para perdas endógenas e metabólicas de matéria seca (MSfm ± MSue), nitrogênio (Nfm ± Nue) e energia (Efm + Eue), expressos nos diferentes sistemas de unidade, determinadas nas idades experimentais, estão apresentados na Tabela 5.

Os dados obtidos pelos parâmetros idade, peso corporal e metabólico, mostraram-se altamente correlacionados, exceto para aquelas variáveis expressas por ave. As perdas endógenas e metabólicas apresentaram alta correlação com o aumento da idade da ave e, em menor proporção, quando correlacionadas com os pesos metabólico e corporal. Deve-se considerar, no entanto, que os coeficientes gerados a partir do peso das aves levam em conta a relação entre o metabolismo basal e o peso metabólico, imprescindível para se comparar taxa metabólica de animais em diferentes fases.

Os altos coeficientes de correlação verificados podem ser atribuídos à padronização, quando expressas as perdas endógenas e metabólicas, em relação ao peso metabólico em

Tabela 4. Valores estimados para as perdas endógenas e metabólicas de matéria seca (MSfm + MSue), nitrogênio (Nfm + Nue) e energia (Efm + Eue) em frangos de corte em diferentes idades

Table 4. Estimated of the endogenous and metabolic losses on dry matter (fDMm + uMSu), nitrogen (fNm + uNe) and energy (fEm + uEe) in broiler chickens of different ages

Variáveis	Valores estimados ¹								
	Idade (dias)								
	1	5	10	15	20	25	30	35	40
Matéria Seca fecal metabólica ± Matéria Seca urinária endógena									
MSfm + MSue (gMS por ave)	30,60	31,04	31,58	32,12	32,66	33,2	33,74	34,28	34,82
MSfm + MSue (%/kg de PC)	3,41	3,03	2,56	2,09	1,63	1,16	0,69	0,22	-0,25
MSfm + MSue (gMS kgPC ⁻¹)	34,08	30,33	25,64	20,95	16,27	11,58	6,89	2,20	-2,49
MSfm + MSue (gMS kgPC ^{-0,75})	35,71	32,15	27,69	23,23	18,77	14,31	9,85	5,39	0,93
Nitrogênio fecal metabólico ± Nitrogênio urinário endógeno									
Nfm + Nue (gN por ave)	0,79	2,22	4,01	5,8	7,58	9,37	11,16	12,94	14,73
Nfm + Nue (% kg de PC ⁻¹)	0,60	0,54	0,46	0,38	0,31	0,23	0,16	0,08	0,01
Nfm + Nue (gN kgPC ⁻¹)	6,00	5,39	4,63	3,86	3,10	2,33	1,57	0,80	0,04
Nfm + Nue (gN kgPC ^{-0,75})	6,28	5,73	5,04	4,35	3,66	2,97	2,28	1,59	0,90
Energia fecal metabólica + Energia urinária endógena									
Efm + Eue (kcal por ave)	12,59	14,34	16,53	18,72	20,91	23,10	25,29	27,47	29,66
Efm + Eue (kcal kgPC ⁻¹)	136,06	121,1	102,41	83,71	65,02	46,32	27,63	8,93	-9,77
Efm + Eue (kcal kgPC ^{-0,75})	142,58	128,36	110,59	92,82	75,05	57,28	39,51	21,74	3,97

¹Valores estimados a partir das equações apresentadas na Tabela 2.

Tabela 5. Coeficientes das correlações entre idade, peso corporal, peso metabólico e perda endógena e metabólica de matéria seca, nitrogênio e energia fecal metabólica e urinária endógena expressas em diferentes sistemas de unidades

Table 5. Coefficients of correlations between age, body weight, body weight^{0,75} and endogenous and metabolic losses of dry matter, nitrogen and metabolic fecal energy and it urinary endogenous expressed in the different unit systems

Variáveis	Idade	Peso corporal	Peso corporal ^{0,75}
Matéria Seca fecal metabólica ± Matéria Seca urinária endógena			
MSfm + MSue (gMS por ave)	0,436	0,436	0,436
MSfm + MSue (%/kg de PC)	-0,929	-0,757	-0,777
MSfm + MSue (gMS kgPC ⁻¹)	-0,926	-0,794	-0,816
MSfm + MSue (gMS kgPC ^{-0,75})	-0,926	-0,794	-0,811
Nitrogênio fecal metabólico ± Nitrogênio urinário endógeno			
Nfm + Nue (gN por ave)	0,558	0,558	0,558
Nfm + Nue (% kg de PC ⁻¹)	-0,939	-0,771	-0,788
Nfm + Nue (gN kgPC ⁻¹)	-0,883	-0,713	-0,733
Nfm + Nue (gN kgPC ^{-0,75})	-0,911	-0,771	-0,786
Energia fecal metabólica + Energia urinária endógena			
Efm + Eue (kcal por ave)	0,434	0,434	0,434
Efm + Eue (kcal kgPC ⁻¹)	-0,920	-0,745	-0,763
Efm + Eue (kcal kgPC ^{-0,75})	-0,913	-0,783	-0,799

que, neste experimento foi observada baixa variação, conferindo uma resposta bastante uniforme.

Neste sentido, o coeficiente de correlação entre excreção de Efm + Eue e peso corporal em galos adultos Leghorn expressos em kcal por ave (0,429) e kcal kgPC⁻¹ (0,745) foi demonstrado por Sibbald & Price (1978), cujos resultados fo-

ram semelhantes aos determinados no presente trabalho. Para estudos que necessitem de comparação, o sistema em que se utilizam as variáveis matéria seca (MSfm ± MSue), nitrogênio (Nfm ± Nue) e energia (Efm + Eue), expressas por ave, mostrou não ser uma boa alternativa, face aos dados obtidos.

CONCLUSÕES

As perdas endógenas e metabólicas diminuem com o avanço da idade.

As equações baseadas no peso metabólico das aves apontam estimativas mais precisas.

LITERATURA CITADA

- Albino, L.F.T. Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991.136p. Tese Doutorado
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 16 ed. Washington, DC., 1990. 1094p.
- Blaxter, K. Energy metabolism in animals and man. Cambridge: Cambridge University Press. 1989. 336p.
- Borges, F.M.O.; Rostagno, H.S.; Saad, C.E.P.; Rodriguez, N.M.; Teixeira, E.A.; Lara, L.B.; Mendes, W.S.; Araújo, V.L. Equações de regressão para estimar valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte, a partir de análises químicas. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v.55, n.6, p.734-746, 2003.

- Brumano, G.; Gomes, P.C.; Albino, L.F.T.; Rostagno, H.S.; Generoso, R.A.R.; Schmidt, M.; Mello, H.H. de C. Composição química e valores de energia metabolizável de alguns alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42. 2005. Goiânia. Anais... Goiânia: SBZ, 2005. CD Rom
- Chung, T.K.; Baker, D.H. Apparent and true amino acid digestibility of a crystalline amino acid mixture and of casein: Comparison of values obtained with ileal-cannulated pigs and cecectomized cockerels. *Journal Animal Science*, New York, v.70, p.3781-3790, 1992.
- Coelho, M.G.R.; Rostagno, H.S.; Fonseca, J.B.; Silva, D.J. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos determinados com pintos e galos. In: Congresso Brasileiro de Avicultura, 8, 1983. Camboriú, Anais... Camboriú: UBA, 1983. p.79-86.
- Dale, N.M.; Fuller, H.L. Applicability of the metabolizable energy system in practical feed formulation. *Poultry Science*, Champaign, v.61, p.351-356, 1982.
- De Lange, C.F.M.; Sauer, W.C.; Mosenthin, R. Souffrant, W. B. The effect of feeding different protein-free diets on the recovery and amino acid composition of endogenous protein collected from the distal ileum and feces in pigs. *Journal of Animal Science*, New York, v.67, p.746-754, 1989.
- Ferreira, D.F. Programa SISVAR. Sistema de Análise de Variância. Versão 4.6. Lavras. Universidade Federal de Lavras, 2003. CDRom
- Guilhaume, J.; Summers, J.D. Maintenance energy requirements of the rooster and influence for plane of nutrition on metabolizable energy. *Canadian Journal Animal Science*, Quebec, v.50, p.363-369, 1970.
- Hendriks, W.H.; Moughan, P.J.; Tarttelin, M.F. Gut endogenous nitrogen and amino acid excretions in adult domestic cats fed a protein-free diet or an enzymatically hydrolyzed casein-based diet. *The Journal of Nutrition*. Bethesda, v.126, p.955-962, 1996.
- Hendriks, W.H.; Sritharan, K.; Hodgkinson, S.M. Comparison of the endogenous ileal and faecal amino acid excretion in the dog (*Canis familiaris*) and the rat (*Rattus rattus*) determined under protein-free feeding and peptide alimentation. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, Danwers, v.86, p.333-341, 2002.
- Hill, F.W.; Anderson, D.L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v.64, p.587-603, 1958.
- Hill, F.W.; Anderson, D.L.; Renner, R.; Carewl, B. Studies on the metabolizable energy of grain and grain product for chickens. *Poultry Science*, Ontario, Ouv.39, p.573-579, 1960.
- Lima, L.I.; Silva, J.D. da; Rostagno, S.H. Tarfuri, M.L. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos determinados com pintos e galos, utilizando duas metodologias. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.18, n.6, p.546-556, 1989.
- Moran Jr., E.T. Digestion and absorption of carbohydrates in fowl and events through perinatal development. *The Journal of Nutrition*, Bethesda, v.115, p.665-674, 1985.
- Nir, I. Mecanismos de digestão e absorção de nutrientes durante a primeira semana. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 1998, Campinas. Anais...Campinas: FACTA, 1998. p.81-91.
- Penz Jr., A.M.; Kessler, A.M.; Brugalli, I. Novos conceitos de energia para aves. In: Simpósio Internacional sobre Nutrição de Aves. 1999, Campinas. Anais... Campinas: FACTA, 1999. p. 1-24.
- Pozza, P.C.; Gomes, P.C.; Rostagno, H.S.R. Donzele, J.L.; Santos, M.S. dos; Ferreira, R.A. Avaliação da perda endógena de aminoácidos, em função de diferentes níveis de fibra para suíno. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.32, n.6, p.1354-1361, 2003.
- Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Donzele, J.L.; Gomes, P.C.; Oliveira, R.F. da; Lopes, D.C.; Barreto, S.L de T. Tabelas brasileiras para aves e suínos (Composição de alimentos e exigências nutricionais). 1.ed.Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.
- Sibbald, I.R. The effect of level of feed intake on metabolizable energy values measured with roosters. *Poultry Science*, Outario, v.54, p.1990-1997, 1975.
- Sibbald, I.R. Bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. *Poultry Science*, Ontario, v.55, p.303-308, 1976a.
- Sibbald, I.R. The true metabolizable energy values of several feedingstuffs measured with roosters, laying hens, turkeys and broiler hens. *Poultry Science*, Ontario, v.55, p.1459-1463, 1976b.
- Sibbald, I.R. Metabolic plus endogenous energy and nitrogen losses of adult cockerels the correction used in the bioassay for true metabolizable energy. *Poultry Science*, Champaign, v.60, p.805-811, 1981a.
- Sibbald, I.R. Metabolic plus endogenous energy excretion by fowl. *Poultry Science*, Champaign, v.60, p.2672-2677, 1981b.
- Sibbald, I.R.; Price, K. The metabolic and endogenous energy losses of adult roosters. *Poultry Science*, v.57, p.556-557, 1978.
- Uni, Z.; Noy, Y.; Sklan, D. Post-hatch changes in morphology and function of the small intestine in heavy and light strain chicks. *Poultry Science*, Savoy, v.74, p.1622-1629, 1995.
- Wolynetz, M.S.; Sibbald, I.R. Relationships between apparent and metabolizable energy adjusted to zero nitrogen balance. *Poultry Science*, Champaign, v.63, p.1386-1399, 1984.