

ENERGIA METABOLIZÁVEL DE FARINHAS DE SOJA OU PRODUTOS DE SOJA, DETERMINADA PELO MÉTODO DE COLETA TOTAL E POR EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO

METABOLIZABLE ENERGY OF SOYBEAN MEAL OR SOYBEAN PRODUCTS, DETERMINED BY THE TOTAL COLLECTION EXCRETA AND PREDICTION EQUATIONS

Zonta, M.C. de M.¹, P.B. Rodrigues², A. Zonta³ e C.R. Pereira⁴

¹Universidade Federal de Lavras/UFLA. Departamento de Zootecnia. 37200-000 Lavras. MG/Brasil.

E-mail: márcia_zonta@yahoo.com

²DS. DZO/UFLA. E-mail: pborges@ufla.br

³Estudante de mestrado DZO/UFLA. E-mail: zonta_agusto@yahoo.com

⁴Bolsista do PIBIC/CNPq/UFLA.

PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

Composição química. Farelo de soja. Frangos de corte. Predição da energia. Soja integral processada.

ADDITIONAL KEYWORDS

Broiler. Chemical composition. Energy prediction. Meal soybean. Processed soybean.

RESUMO

Um ensaio metabólico com pintos em crescimento (método tradicional de coleta total de excretas) foi conduzido para determinar a energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) de alguns alimentos, bem como a determinação dessa energia por equações de predição descritas na literatura. Determinou-se a EMAn de 8 alimentos, sendo 5 amostras de farelos de soja de diferentes marcas comerciais e 3 amostras de soja integral (extrusada, tostada e micronizada). Os valores estimados pelas equações de predição foram, comparados com os observados, utilizando-se a correlação de Spearman e intervalos de confiança, obtidos a partir dos valores de EMAn determinados no ensaio metabólico. Os valores energéticos das amostras de farelos de soja 1, 2, 3, 4, e 5, sojas integrais extrusada, tostada e micronizada foram 2601, 2650, 2727, 2500, 2426, 3674, 3609, 4296 kcal/kg de MS, respectivamente, para a EMAn determinada com frangos de corte no ensaio metabólico. Dentre as

equações estudadas, as equações: $EMAn = -822,33 + 69,54PB - 45,26FDA + 90,81EE$; $EMAn = 2723,05 - 50,52FDA + 60,40EE$ foram as que mais se correlacionaram ($p < 0,05$) com valor médio de EMAn observada *in vivo*, além de estimarem o maior número de valores energéticos dentro do intervalo de confiança calculado. A equação $EMAn = 37,5PB + 46,39EE + 14,9ENN$ estimou todas as amostras de farelos de soja, como também a equação $EMAn = 1822,76 - 99,32FB + 60,50EE + 286,73MM - 52,26AMIDO$ fez boas predições para as amostras soja integral, ambas correlacionadas positivamente ($p < 0,05$). Diante dos resultados obtidos, concluiu-se que as equações $EMAn = -822,33 + 69,54PB - 45,26FDA + 90,81EE$ e $EMAn = 2723,05 - 50,52FDA + 60,40EE$ são as mais indicadas para prever valores de EMAn dos alimentos estudados e a equação $EMAn = 37,5PB + 46,39EE + 14,9ENN$ é a mais indicada para prever os valores energéticos dos farelos de soja

Arch. Zootec. 55 (209): 21-30. 2006.

SUMMARY

A metabolism assay were carried out with chicks in growth (traditional method of total collection of excreta) to determinate the nitrogen-corrected apparent metabolizable energy (AMEn) of some feedstuffs, as well as the determination of the energy values by prediction equations presented in the national and international literature. It was determined AMEn of eight feedstuffs, five soybean meal samples and three processed full fat samples (extruded, toasted and micronized). The estimated values were compared with observed, using the Spearman correlation and confidence intervals obtained by the metabolic assay. The energy values of soybean meals samples (1, 2, 3, 4 and 5), full fat soybean extruded, toasted and micronized were 2601, 2650, 2727, 2500, 2426, 3674, 3609, 4296 kcal/kg DM, respectively. Among the studied equations, the $AMEn = -822.33 + 69.54CP - 45.26ADF + 90.81EE$ and $AMEn = 2723.05 - 50.52ADF + 60.40EE$ equation correlated ($p < 0.05$) with AMEn mean value observed *in vivo*, estimating the largest number of energy values inside of calculated confidence intervals. The equation $AMEn = 37.5CP + 46.39EE + 14.9NFE$ estimated all the samples of soybean meal, as well the equation $AMEn = 1822.76 - 99.32CF + 60.50EE + 286.73ash - 52.26starch$ was good for full fat soybean samples, both equations was correlated ($p < 0.05$). The results obtained in this assay, allow concluded that the equation $AMEn = -822.33 + 69.54CP - 45.26ADF + 90.81EE$ and $AMEn = 2723.05 - 50.52ADF + 60.40EE$ should be used to predict AMEn values of the studied feedstuffs. The equation $AMEn = 37.5CP + 46.39EE + 14.9NFE$ is more indicated for predict the energy values of soybean meals.

INTRODUÇÃO

Para se formular rações mais eficientes e atender adequadamente às

exigências nutricionais dos animais, é necessário conhecer com maior precisão, dentre outros, os valores energéticos dos alimentos, que podem ser determinados por meio de métodos diretos e indiretos. Os métodos diretos ou convencionais requerem a utilização de uma bomba calorimétrica e de ensaios metabólicos, sendo metodologias trabalhosas, demoradas e dispendiosas e, em contrapartida, como método indireto, surgem as equações de predição, que são baseadas na composição proximal dos alimentos, obtidas rotineiramente em laboratórios, considerada uma alternativa rápida, prática e econômica na avaliação nutricional dos alimentos.

Vários pesquisadores têm desenvolvido equações para estimar a energia metabolizável através de sua composição proximal (NRC, 1994), porém, existem poucos relatos que venham validar tais equações em novas determinações. Janssen (1989) elaborou a Tabela Européia de Valores Energéticos de Alimentos para Aves, na qual apresenta uma série de equações de predição dos valores de EMAn para vários grupos de alimentos, fundamentado na composição química ou nos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes (extrato etéreo, proteína bruta e extratos não nitrogenados). Rodrigues (2000) e Rodrigues *et al.* (2002) estimaram equações para prever os valores energéticos da soja e subprodutos, e ressaltaram que o uso de equações com duas a quatro variáveis podem ser usadas com maior facilidade, já que necessitam de menor número de análises laboratoriais.

A presente pesquisa teve como objetivo a determinação da energia

ENERGIA METABOLIZÁVEL DE FARINHAS OU PRODUTOS DE SOJA

metabolizável aparente corrigida (EMAn) de farelos e grãos de soja processados, utilizando um ensaio com frangos em crescimento e por equações de predição, fazendo inferências dos valores de EMAn determinados *in vivo* com aqueles obtidos a partir de equações de predição, publicadas por Janssen *et al.* (1979), Janssen (1989), Rodrigues (2000) e por Rodrigues *et al.* (2002), a fim de se verificar a aplicabilidade destas equações na determinação dos valores energéticos destes alimentos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia - DZO da Universidade Federal de Lavras - UFLA. As aves foram criadas em galpão de alvenaria até a idade de 16 dias, período no qual receberam uma ração inicial de frangos de corte, tendo como ingredientes básicos milho e farelo de soja, formulada de acordo com as recomendações de Rostagno *et al.* (2000), a qual foi utilizada como ração referência no ensaio de metabolismo (**tabela I**). Após este período, as aves foram pesadas e transferidas para uma sala de metabolismo com controle de temperatura, recebendo luz artificial por 24 horas.

Foram utilizados 270 pintos da linhagem Cobb, sexados, com peso médio de 447 g \pm 5 g, que receberam as rações experimentais constituídas de 8 alimentos e a ração referência. Os alimentos substituíram a ração referência em 30 p.100, devido ao seu elevado conteúdo de PB. Foi determinada a EMAn de cada alimento testa-

do e da ração referência em 6 repetições de 5 aves em cada parcela. Determinou-se a EMAn da soja integral extrusada (SIE), soja integral tostada (SIT), soja integral micronizada (SIM) e de 5 amostras de farelos de

Tabela I. Composição centesimal e calculada da ração referência. (Centesimal composition and calculated of ration reference).

Ingredientes	(p.100)
Milho	58,000
Farelo de soja	35,700
Óleo vegetal	2,500
Fosfato bicálcico	1,850
Calcário calcítico	1,000
Sal	0,400
DL-Metionina	0,200
L-Lisina HCL	0,100
Suplemento vitamínico ¹	0,100
Suplemento mineral ²	0,100
Anticoccidiano ³	0,050
Total	100
Composição calculada	
Energia metabolizável (kcal/kg)	2970
Proteína bruta (p.100)	21,50
Metionina + cistina (p.100)	0,90
Lisina (p.100)	1,10
Cálcio (p.100)	0,90
Fósforo disponível (p.100)	0,42
Sódio (p.100)	0,20

¹Contendo por kg do produto: Vit. A: 12 000 000 UI; Vit. D₃: 2 200 000 UI; Vit E: 30 000 UI; Vit B₁: 2,2 g; Vit B₂: 6,0 g; Vit B₆: 3,3 g; Vit B₁₂: 0,016 g; Ácido nicotínico: 53,0 g; Ác. Pantotênico: 13,0 g; Vit. K₃: 2,5 g; Ác. Fólico: 1,0 g; antioxidante: 120,0 g e veículo q.s.p.: 1000 g. ²Contendo por kg do produto: manganês: 75 g; ferro: 20 g; zinco: 50 g; cobre: 4 g; cobalto: 0,2 g; selênio: 0,25 g; iodo: 1,5 g e veículo q.s.p.: 1000 g. ³Monensina sódica: 20 p.100.

soja, de diferentes marcas comerciais, denominados FS1, FS2, FS3, FS4 e FS5.

As rações e água foram fornecidas à vontade, por um período de 10 dias, sendo 7 dias de adaptação (pré-experimental) e 3 dias de coleta total de excretas em cada unidade experimental, a qual foi realizada uma vez ao dia, iniciada sempre às oito horas da manhã. De acordo com os resultados de Martinez (2002), o período de coleta total de excretas na determinação do valor energético foi reduzido de 5 para 3 dias. Para a coleta das fezes (24 a 26 dias de idade), as bandejas foram revestidas com plástico sob o piso de cada gaiola, para facilitar a coleta e se evitar perdas.

O consumo de ração de cada unidade experimental, durante o período de coleta, foi registrado e as excretas coletadas foram colocadas em sacos plásticos, devidamente identificados e armazenadas em freezer. Então, as amostras foram pesadas, homogeneizadas e retiradas as alíquotas devidas para as análises de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e energia bruta (EB). Os valores de (EMAn) foram determinados conforme as fórmulas de substituição dos alimentos na ração referência, propostas por Matterson *et al.* (1965) e ajustados para a retenção de nitrogênio. Para cada alimento foram determinados: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nitrogênio (N), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), fibra bruta (FB), fibras em detergente ácido e neutro (FDA e FDN), extrativo não nitrogenado (ENN), matéria mineral (MM) conforme as técnicas descritas por Silva (1990). O amido foi determinado pelo método colorimétrico de

Somogy-Nelson, descrito por Nelson (1944).

Objetivando comparar os valores de EMAn, estimados através de equações de predição (**tabela II**) descritas por Janssen *et al.* (1979), Janssen (1989), Rodrigues (2000) e por Rodrigues *et al.* (2002), com os valores obtidos diretamente no ensaio metabólico, foram utilizados os dados da composição centesimal dos 8 alimentos testados para o cálculo da EMAn. As equações propostas por Rodrigues (2000) e Rodrigues *et al.* (2002), foram estimadas a partir da composição química e valores de EMAn da soja e farelos de soja, para predizer os valores energéticos desse grupo de alimentos. Porém, as equações de Janssen *et al.* (1979) e Janssen (1989) são específicas para cada alimento.

A fim de se verificar a aplicabilidade das equações citadas, realizou-se uma análise de correlação (Correlações de Spearman), verificando a correlação existente entre os valores energéticos determinados e os valores energéticos estimados por meio das equações de predição e a correlação existente entre as equações. Além da análise de correlação foram estimados os intervalos de confiança (IC) para as médias dos valores energéticos (EMAn) dos alimentos, obtidos no ensaio metabólico. Os valores calculados pelas equações de predição foram, então, comparados com o IC de cada alimento. As análises estatísticas foram feitas através do pacote estatístico SAEG (UFV, 1992), considerando como tratamentos os valores de EMAn determinados no ensaio metabólico e os valores de EMAn estimados pelas equações de predição.

ENERGIA METABOLIZÁVEL DE FARINHAS OU PRODUTOS DE SOJA

Tabela II. Equações de predição (EQP) propostas por diversos autores. (Regression equations proposed by different authors).

Equações de predição propostas por Rodrigues (2000) e Rodrigues et al. (2002):

$$\text{EQP-1} - (*R^2: 94,20 \text{ p.100}) \text{ EMAn} = 1822,76 - 99,32\text{FB} + 60,50\text{EE} + 286,73\text{MM} - 52,26\text{AMIDO}$$

$$\text{EQP-2} - (R^2: 92,70 \text{ p.100}) \text{ EMAn} = 2822,19 - 90,13\text{FB} + 49,96\text{EE}$$

$$\text{EQP-3} - (R^2: 92,40 \text{ p.100}) \text{ EMAn} = -822,33 + 69,54\text{PB} - 45,26\text{FDA} + 90,81\text{EE}$$

$$\text{EQP-4} - (R^2: 90,01 \text{ p.100}) \text{ EMAn} = 2723,05 - 50,52\text{FDA} + 60,40\text{EE}$$

Equações de predição propostas por Rodrigues (2000):

$$\text{EQP-5} - (R^2: 90,01 \text{ p.100}) \text{ EMAn} = 2372,54 + 53,69\text{EE}$$

$$\text{EQP-6} - (R^2: 61,20 \text{ p.100}) \text{ EMAn} = 7660,52 - 101,45\text{PB}$$

*Coeficiente de determinação.

Equações de predição propostas por Janssen *et al.* (1979):

$$\text{EQP-8 (para o farelo de soja)} \quad \text{EMAn8} = 2702 - 57,4\text{FB} + 72,0\text{EE}$$

$$\text{EQP-10 (para a soja integral)} \quad \text{EMAn10} = 2769 - 59,1\text{FB} + 62,1\text{EE}$$

Equações de predição propostas por Janssen (1989):

$$\text{EQP-7 (para o farelo de soja)} \quad \text{EMAn7} = 37,5\text{PB} + 46,39\text{EE} + 14,9\text{ENN}$$

$$\text{EQP-9 (para o farelo de soja)} \quad \text{EMAn9} = 36,63\text{PB} + 77,96\text{EE} + 19,87\text{ENN}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química, determinada pelas análises laboratoriais, dos alimentos utilizados no experimento está apresentada na **tabela III**. Os alimentos dentro de seu respectivo grupo, sojas integrais processadas e amostras de farelos de soja, apresentaram diferentes valores nutricionais, quando comparados às tabelas de composição de alimentos internacionais (NRC, 1994 e Dale, 2001) e nacionais (EMBRAPA, 1991 e Rostagno *et al.*, 2000). Essas diferenças na composição química dos alimentos eram esperadas, já que fatores como: fertilidade do solo, clima, genética, armazenamento e processamento, podem ser variáveis. Porém, estas diferenças estão dentro do intervalo aceitável, não alterando signifi-

cativamente os valores de predição. (Albino e Silva, 1996; Butolo, 2002).

Na **tabela IV**, estão apresentados os valores energéticos determinados no ensaio metabólico, expressos na matéria seca para comparação com aqueles obtidos na literatura e na matéria natural, sendo esta a forma comumente utilizada na formulação de rações para aves.

A EMAn das amostras de farelo de soja variaram de 2426 a 2727 kcal/kg de MS. As amostras de farelos de soja apresentaram, em média, 2580 kcal de EMAn/kg de MS, valor superior aos encontrados na literatura nacional (EMBRAPA, 1991; Café *et al.* 1993; Rostagno *et al.* 2000; Rodrigues *et al.* 2002) e nas tabelas internacionais (Janssen, 1989; NRC, 1994 e Dale, 2001).

Tabela III. Composição química de farelos e grãos de soja processados (expressos na matéria natural). (Chemistry composition of processed full fat and soybean meal (values in dry matter)).

Nutriente	SIE	SIT	SIM	Alimento ¹				
				FS 1	FS 2	FS 3	FS 4	FS 5
MS ² (p.100)	95,21	92,64	93,99	90,47	90,69	90,70	89,77	89,49
PB ² (p.100)	36,24	35,15	40,99	44,30	44,24	44,09	41,62	41,76
EB ² (kcal/kg)	4854	5254	5411	4222	4217	4294	4074	4079
EE ² (p.100)	22,30	22,19	24,64	3,92	2,78	3,73	4,91	5,10
FDN ² (p.100)	12,80	18,34	12,73	11,12	12,08	9,09	13,38	13,43
FDA ² (p.100)	8,91	9,06	3,23	10,17	9,52	7,47	11,06	10,39
FB ² (p.100)	5,77	6,20	1,17	4,35	5,32	4,88	5,63	5,95
ENN ² (p.100)	26,45	24,26	23,04	32,18	32,56	32,33	31,83	31,28
MM ² (p.100)	4,46	4,84	4,15	5,73	5,79	5,67	5,79	5,40
Amido ⁴ (p.100)	9,00	6,93	6,24	8,49	8,57	9,90	6,49	8,86

¹SIE: soja integral extrusada; SIT: soja integral tostada; SIM: soja integral micronizada; FS: farelos de soja; ²Laboratório de Nutrição Animal/DZO; ³Valor calculado; ⁴Laboratório da Ciências dos Alimentos/DCA.

O valor energético da SIM foi superior em comparação às demais sojas integrais, no entanto, este valor (4296 kcal de EMAn/kg de MS) foi semelhante aos valores encontrados por Café *et al.* 1993 e Rodrigues *et al.* (2002), (4305, 4104kcal de EMAn/kg de MS, respectivamente). De todas as amostras de alimentos avaliadas no presente trabalho, a SIM apresentou maior conteúdo em energia bruta (5411 kcal/kg) e menor teor de fibra bruta (1,17p.100), fato este que pode ter contribuído para a maior energia metabolizável apresentada, além de que, durante o processo de micronização, ocorre a remoção da casca (Jorge Neto, 1992), melhorando a digestibilidade e que, aliado à menor granulometria, possibilita uma maior exposição dos nutrientes às enzimas digestivas (Café *et al.* 1993 e Sakomura, 1996).

Comparando com os valores de li-

teratura, pode-se observar que o valor de EMAn determinado para a SIE (3674 kcal/kg de MS), foi inferior em 15 p.100 ao valor médio (4324 kcal/kg de MS) apresentado por Del Bianchi (1996) e próximo (3630 kcal/kg de MS) ao apresentado por Café *et al.* (1993), usando a metodologia de coleta total com frangos de corte em crescimento.

O valor de 3609 kcal de EMAn/kg de MS para a SIT determinado no presente estudo foi inferior ao valor encontrado por Del Bianchi (1996) de 3764 EMAn/kg de MS e superior aos valores apresentados por Albino *et al.* (1992), EMBRAPA (1991), Café *et al.* (1993) e Rodrigues *et al.* (2002), que foram respectivamente 3280, 3467, 3383, 3400 de EMAn/kg de MS. Os valores de EMAn da SIT, foram os que apresentaram maior variação na literatura consultada, provavelmente por

ENERGIA METABOLIZÁVEL DE FARINHAS OU PRODUTOS DE SOJA

Tabela IV. Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) de farelos e grãos de soja processados, determinados com pintos em crescimento (24 a 26 dias de idade), e seus respectivos desvios padrões. (Energy metabolized values apparent corrected (EMAn) of bran and soybean grain processed, determined with chickens in growing phase (24 to 26 days old), and your respective standards deviation).

Alimento	MS (p.100)	EMAn (kcal/kg de MS)	EMAn (kcal/kg de MN)
Soja integral extrusada	95,21	3674 ± 199	3398 ± 189
Soja integral tostada	92,64	3609 ± 228	3343 ± 212
Soja integral micronizada	93,99	4296 ± 207	4025 ± 194
Farelo de soja 1	90,47	2601 ± 231	2353 ± 209
Farelo de soja 2	90,69	2650 ± 172	2403 ± 156
Farelo de soja 3	90,70	2727 ± 238	2473 ± 216
Farelo de soja 4	89,77	2500 ± 212	2244 ± 191
Farelo de soja 5	89,49	2426 ± 204	2171 ± 182
CV p.100		6,90	7,20

existir uma grande variação nos tipos de processamentos utilizados.

Na **tabela V** estão apresentados os resultados das correlações de Spear-

man entre a média dos valores de EMAn determinados no ensaio metabólico com a média da EMAn estimada por meio das equações de predição.

Tabela V. Correlações de Spearman entre a média dos valores de EMAn determinado (ensaio metabólico) com a média da EMAn estimada (equações de predição). (Spearman correlation values average among of EMAn determinate (metabolism assay) with average of EMAn valuation (prediction equation)).

Variável	Variável ¹	Obser	Correlação	Z	Signif
Ensaio metabólico	Equação 1*	8	0,7381	1,9528	0,0254
Ensaio metabólico	Equação 2*	8	0,8095	2,1418	0,0161
Ensaio metabólico	Equação 3*	8	0,8571	2,2678	0,0117
Ensaio metabólico	Equação 4*	8	0,7381	1,9528	0,0254
Ensaio metabólico	Equação 5	8	0,5238	1,3859	0,0829
Ensaio metabólico	Equação 6	8	0,5476	1,4489	0,0737
Ensaio metabólico	Equação 7*	8	0,7857	2,0788	0,0188
Ensaio metabólico	Equação 8**	8	0,6190	1,6378	0,0507
Ensaio metabólico	Equação 9	8	0,5476	1,4489	0,0737
Ensaio metabólico	Equação 10*	8	0,6429	1,7008	0,0445

¹Equações 1 a 4 Rodrigues (2000) e Rodrigues *et al.* (2002); Equações 5 e 6 Rodrigues (2000); Equações 8 e 10 Janssen *et al.* (1979); Equações 7 e 9 Janssen (1989); *Correlação significativa ($p < 0,05$); **Correlação significativa ($p = 0,051$).

Tabela VI. Valores energéticos determinados, seus respectivos intervalos de confiança (IC), bem como os valores energéticos estimados pelas equações de predição. (Energetical values determinate, your confidence intervals respective, as well the energetical values estimated through prediction equation).

Alimento	SIE	SIT	SIM	FS1	FS2	FS3	FS4	FS5
EMAn ²	3674	3609	4296	2601	2650	2727	2500	2426
IC	3465a	3369a	4079a	2359a	2469a	2477a	2277a	2212a
	3883	3849	4513	22843	2831	2977	2723	2640
CV ³	5,41	6,33	4,82	8,87	6,50	8,75	8,48	8,39
EMAn1	<i>3486</i>	<i>3713</i>	<i>4204</i>	2934	2763	2759	3001	2718
EMAn2	3446	3416	4020	2605	2447	2543	2530	2507
EMAn3	3528	3549	4366	2467	2373	2559	2340	2415
EMAn4	3665	3676	4133	2417	2378	2555	2431	2480
EMAn5	3630	3659	3780	2650	2537	2593	2666	2678
EMAn6	3799	3811	3338	2693	2712	2729	2957	2926
EMAn7	2928	2924	3217	2567	2506	2545	2520	2535
EMAn8	4040	4043	4518	2738	2586	2689	2736	2730
EMAn9	3772	3778	4129	2838	2739	2809	2829	2848
EMAn10	3865	3861	4324	2754	2613	2706	2738	2730

¹Valor energético em itálico está dentro do intervalo de confiança; ²Valores energéticos determinados no ensaio de metabolismo expressos em kcal/kg de MS; EMAn-1 a 4: equações de Rodrigues (2000) e Rodrigues *et al.* (2002); EMAn- 5 e 6: equações de Rodrigues (2000); EMAn- 8 e 10: equações de Janssen *et al.* (1979); EMAn- 7 e 9: equações de Janssen (1989); ³Coeficiente de variação dos IC.

Analisando os alimentos em conjunto, observa-se que as equações 3, 2, 7, 1 e 4, respectivamente, seguidas da equação 10, se associaram significativamente ($p < 0,05$) com o valor médio de EMAn determinado no ensaio metabólico, tendo uma correlação positiva de 85,71 p.100; 80,95 p.100; 78,57 p.100; 73,81 p.100; 73,81 e 64,29 p.100, respectivamente, mostrando-se boas preditoras dos valores energéticos, confirmando a indicação dos referidos autores.

Observou-se que as equações com duas e quatro variáveis, consideradas no modelo de predição, apresentaram os valores de EMAn calculados mais

correlacionados com o valor médio determinado, confirmando as colocações de Rodrigues *et al.* (2002), os quais relatam que equações com duas a quatro variáveis predizem melhor os valores energéticos. Porém, nem todas equações com este número de variáveis fazem boas estimativas, pois, apesar da variável compor a equação, ela deve estar correlacionada com os valores energéticos (Rodrigues *et al.* 2002).

Os valores de EMAn dos alimentos, determinados no ensaio in vivo, seus respectivos intervalos de confiança (IC), bem como os valores estimados pelas equações de predição

ENERGIA METABOLIZÁVEL DE FARINHAS OU PRODUTOS DE SOJA

estão descritos na **tabela VI**.

Nenhuma das equações estudadas estimaram todos os valores de EMAN dos alimentos dentro do IC calculado.

As equações que estimaram um maior número de valores energéticos, sete dos oito alimentos avaliados, foram as equações 3 e 4, que utilizaram a fibra em detergente ácido e o extrato etéreo para estimar a EMAN, não estimando apenas a amostra de FS2, provavelmente devido ao baixo teor de extrato etéreo contido neste farelo.

Apesar de utilizar uma equação específica para cada alimento, a equação 9 indicada para o farelo de soja (Janssen, 1989) estimou seis valores energéticos, sendo a EMAN das três sojas integrais (SIE, SIT e SIM) e três amostras de farelos (FS1, FS2 e FS3) e a equação 10, apesar de ser específica para soja integral, estimou três amostras de farelos de soja (FS1, FS2 e FS3), como também os valores energéticos de duas sojas integrais (SIE e SIM). Diante disso, a especificidade para alimentos, segundo as equações de Janssen, foi observada para a equação 7 que apresentou uma correlação de 78,57 p.100 e estimou todas as amostras de farelos de soja, mostrando-se boa preditora. Já a equação 8 estimou três valores de farelos de soja, reforçando a especificidade destas equações para o farelo ($p < 0,05$).

A equação 1 apresentou uma

correlação positiva (73,81 p.100) e significativa ($p < 0,05$), estimando duas amostras de farelos (FS1 e FS2) e as três sojas integrais. No entanto, observa-se que o amido compõe a equação e a sua determinação não é considerada uma análise rotineira em laboratórios, não compondo a análise proximal dos alimentos, o que pode, às vezes, comprometer sua aplicação na predição dos valores energéticos dos alimentos.

CONCLUSÕES

Os valores energéticos das amostras de farelo de soja variaram de 2426 a 2727 kcal/kg de MS, sendo melhor estimados pela equação

$$EMAN = 37,5PB + 46,39EE + 14,9ENN;$$

Os valores de EMAN das sojas integrais extrusada, tostada e micronizada foram 3674, 3609, 4296 kcal/kg de MS, respectivamente, e melhor estimados pelas equações

$$EMAN = -822,33 + 69,54PB - 45,26FDA + 90,81EE \text{ e}$$

$$EMAN = 1822,76 - 99,32FB + 60,50EE + 286,73MM - 52,26AMIDO;$$

A utilização das equações

$$EMAN = -822,33 + 69,54PB - 45,46FDA + 90,81EE \text{ e}$$

$$EMAN = 2723,05 - 50,52FDA + 60,40EE \text{ para predizer a EMAN da soja integral e farelos de soja é viável.}$$

BIBLIOGRAFIA

Albino, L.F.T., H.S. Rostagno, J.B. Fonseca e R. Torres. 1992. A. Utilização de diferentes sistemas de avaliação energética dos alimentos na formulação de rações para

frangos de corte. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, 21: 1037-1046.

Albino, L.F.T. e M.A. Silva. 1996. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos deter-

Archivos de zootecnia vol. 55, núm. 209, p. 29.

ZONTA, RODRIGUES, ZONTA E PEREIRA

- minados no Brasil. In: Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos. Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 1996. p. 303-318.
- Butolo, J.E. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. 2002. 1st ed. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal: 430 p.
- Café, M.B., N.K. Sakomura, L.F.T. Albino e O.M. Junqueira. 1993. Determinação da disponibilidade biológica dos aminoácidos e da energia metabolizável da soja integral processada para aves. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1993, Santos, SP. Anais... Campinas: FACTA, p. 13.
- Dale, N. 2001. Ingredient analysis table: 2001 edition. *Feedstuffs*, 73: 220.
- Del Bianchi, M. 1996. Efeito da idade do frango de corte na digestibilidade dos nutrientes da soja integral processada pelo calor. (Dissertação mestrado em Zootecnia). UNESP. Imp. Univ., 90 p.
- EMBRAPA 1991. Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. 3 ed. Concórdia, 1991. 97 p. (EMBRAPA-CNPISA. Documentos, n. 19).
- Janssen, W.M.M.A., K. Terpstra, F.F.E. Beeking and A.J.N. Bisalsky. 1979. Feeding Values for Poultry. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Janssen, W.M.M.A. 1989. European table of energy values for poultry feedstuffs. 3rd ed. Beekbergen, 84 p. (Spelderholt Center for Poultry Research and Information Services).
- Jorge Neto, G. 1992. Soja integral na alimentação de aves e suínos. *Avicultura e Suinocultura Industrial*, 82 (988): 4-15.
- Martinez, R.S. 2002. Avaliação da metodologia e do período de coleta na determinação do valor energético de rações para aves. 2002. 41 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- Matterson, L.D., L.M. Potter, M.W. Stutz and E.P. Singsen. 1965. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs, Connecticut: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11 p. (Research Report, 7).
- NRC. 1994. Nutrient requirements of poultry. 9th ed. Washington: National Academy Press, 155 p.
- Nelson, N.A.A. 1944. Photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. *J. Biol. Chem.*, 153: 375-380.
- Rodrigues, P.B. 2000. Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves. 204 p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- Rodrigues, P.B., H.S. Rostagno, L.F.T. Albino, P.C. Gomes, R.V. Nunes e R.S. Toledo. 2002. Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com frangos de corte e galos adultos. *Rev. Bras. Zootecn.*, 31: 1771-1782.
- Rostagno, H.S., L.F.T. Albino, J.L. Donzele, P.C. Gomes, A.S. Ferreira, R.F. Oliveira e D.C. Lopes. 2000. Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia. 141 p.
- Sakomura, N.K. 1996. Estudo do valor nutricional das sojas integrais processadas e de sua utilização na alimentação de frangos e poedeiras. (Tese de Livre Docência em Avicultura). Jaboticabal, SP, FCAV. UNESP. 178 p.
- Silva, D.J. 1990. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). 2nd ed. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária. 165 p.
- UFV. 1992. SAEG. Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 5.0. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 59 p. (Manual do usuário).

Recibido: 4-11-04. Aceptado: 23-5-05.

Archivos de zootecnia vol. 55, núm. 209, p. 30.