

VALORES ENERGÉTICOS DE SOJAS INTEGRAIS E DE FARELOS DE SOJA, DETERMINADOS COM GALOS ADULTOS E POR EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO¹

Energetics values of processed whole soybean and soybean meals determined with adult roosters and by prediction equations

Paulo Roberto Ost², Paulo Borges Rodrigues³, Elias Tadeu Fialho³, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas³, Antonio Gilberto Bertechini³

RESUMO

Foi conduzido um ensaio de metabolismo com objetivo de determinar a composição bromatológica dos alimentos e os valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn), verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida (EMVn) da soja integral tostada, soja integral micronizada e cinco marcas de farelos de soja, utilizando-se o método de alimentação forçada com galos adultos e, posteriormente, a partir dos resultados experimentais obtidos, validar equações para prever a EMVn em função da composição química dos alimentos. Utilizou-se 24 galos Leghorn adultos, com peso médio de 2348 ± 165 g. Cada galo foi considerado como uma unidade experimental e cada alimento foi fornecido a 6 galos (6 repetições), sendo duas repetições no tempo. Simultaneamente foram mantidos 6 galos em jejum para determinação das perdas endógenas e metabólicas. Antes do período experimental, cada galo foi mantido sem alimento por 24 horas para esvaziamento do trato digestório e então forçado a ingerir 30 gramas do alimento-teste. A partir daí, foram realizadas quatro coletas de excretas, de 12 em 12 horas, para evitar fermentação. Ao final deste período, as excretas foram homogeneizadas para análise de matéria seca, nitrogênio e energia bruta e, então, calculados os valores de energia. Os valores de EMVn, calculados foram então contrastados com valores de EMVn estimados a partir de equações de predição apresentadas na literatura nacional para grupos de alimentos semelhantes aos do presente trabalho. Os valores de EMVn dos farelos de soja variaram de 2531 a 2730 kcal/kg de MS e os da soja integral tostada e micronizada foram 3732 e 4027 kcal/kg de MS, respectivamente. Para as sojas integrais e os farelos de soja a equação que melhor estimou os valores de energia foi $EMVn = 2690,62 - 40,87FDA + 19,96FDN + 63,09EE$. De maneira geral, concluiu-se que as equações testadas no presente trabalho não fizeram boas estimativas dos valores de EMVn, portanto, não são seguras para utilização na prática.

Termos para indexação: predição da energia, composição química, soja integral e farelos de soja.

ABSTRACT

A metabolism trial was conducted with the objective to determine the values of apparent metabolizable (EMA), corrected apparent (EMAn), true (EMV) and corrected true energy (EMVn) of toasted whole soybean, micronized whole soybean and five brands of soybean meal through the forced feeding method with adult roosters and afterwards, from the experimental results obtained, it was also validate equations to predict EMVn as related with chemical composition of the feeds. The forced feeding method was utilized, by using 24 adult Leghorn roosters with means 2.35 ± 165 g. The rooster was considered as an experimental unit and each feed was given to 6 roosters (6 replicates), two replicates in each time. Simultaneously, 6 roosters were kept in fasting for determination of the endogenous and metabolic losses. Before the experimental period, each rooster was maintained without any feed for 24 hours for emptying of the digestive tract and then forced to ingest 30 grams of the test feed. For that reason, four collections of excreta were done every 12 hours, to avoid fermentation. At the end of this period, the feeds and also the excreta were homogenized for analysis of dry matter, nitrogen and gross energy and then calculated the values of energy. The values of EMVn calculated were then contrasted with values of EMVn estimated from the prediction equations presented in the national literature for groups of feeds similar to those of the present work. The values of EMVn of the soybean meals ranged from 2531 to 2730 Kcal/kg of DM and those of toasted and micronized whole soybean were 3732 and 4027 Kcal/kg of DM, respectively. For the whole soybeans and soybean meals, the equation which best estimated the values of energy were $TMEn = 2690.62 - 40.87ADF + 19.96NDF + 63.09EE$. In general, the equations tested in the present work shown not good estimates of the values of EMVn, so, they are not adequate to be utilized as a predictor of energetics values in practice.

Index terms: prediction of the energy, chemical composition, soy and soybean meal.

(Recebido para publicação 25 de maio de 2004 e aprovado em 2 de fevereiro de 2005)

1. Parte da tese de doutorado do primeiro autor. Projeto financiado pelo CNPq.

2. Zootecnista, DSc. Professor da Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO – Rua Padre Henrique Daniels, 349 – Guarapuava, PR – 85.070-794.

3. Professores do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Pesquisadores Bolsistas do CNPq – Caixa Postal 3037 – 37.200-000 – Lavras, MG.

INTRODUÇÃO

A literatura atual é farta no que se refere a recomendações nutricionais de aves, bem como na composição dos alimentos, como o Lesson & Summers (1997), NRC (1994) e Rostagno et al. (2000), dentre outras, o que permite aos nutricionistas optarem por uma ou outra fonte de recomendação nutricional e composição de alimentos, a fim de alcançarem melhores resultados de campo.

Mesmo com o conhecimento dos alimentos normalmente utilizados na avicultura, sabe-se que existem variações nas suas composições, pois, regiões geográficas, condições de plantio, fertilidade de solo, variabilidade genética dos cultivares, formas de armazenamento e processamento dos grãos vegetais, além da composição e forma de obtenção de produtos de origem animal, são fatores que influenciam nos valores nutricionais desses alimentos e, a precisão na formulação das rações está ligada com a acurácia com que se determinam esses valores. Por isso, há necessidade de se conhecer com maior precisão os valores energéticos e de digestibilidade dos alimentos.

De acordo com Dale & Fuller (1982), a energia, aliada a outros fatores, é o principal fator limitante para um ótimo desempenho das aves. Portanto, a precisão na determinação dos valores de energia metabolizável (EM) pode refletir em acréscimos no ganho de peso das aves e, principalmente na sua eficiência alimentar. A soja e seus subprodutos são fontes protéicas das rações, mas elas também contribuem com uma porcentagem representativa da energia da dieta. A determinação de valores energéticos e de digestibilidade de nutrientes nem sempre são de fácil execução, pois além de demandarem tempo, possuem custos elevados, ficando, portanto, a cargo das instituições de pesquisa e de poucas empresas privadas. Assim, a disponibilidade de equações de predição, que é um método indireto de determinação de EM, mediante o uso de parâmetros químicos e físicos dos alimentos para uso prático, tem sido uma importante ferramenta para aumentar a precisão no processo de formulação de rações, de tal forma que possam corrigir os valores energéticos, de acordo com as variações da composição química das rações.

Alguns autores, como Dale et al. (1990) comentam que as equações de predição para serem consideradas confiáveis devem ser validadas. Além disso, o NRC (1994, 1998) apontam para o fato de que poucos estudos compararam as equações estimadas, com valores determinados posteriormente, ou seja, válida as equações em condições diferentes àquelas em que elas foram desenvolvidas.

Diante de tais observações, o presente trabalho objetivou-se determinar a composição bromatológica e

os valores energéticos de soja integral e farelos, por meio do método de alimentação forçada com galos adultos e, posteriormente, a partir dos resultados experimentais obtidos, validar equações de predição da EMVn em função da composição química, encontradas na literatura, para os alimentos em questão.

MATERIAL E MÉTODOS

Para determinação dos valores energéticos (EMA, EMAn, EMV e EMVn) de sete alimentos protéicos a base de soja, adquiridos em empresas comerciais, sendo cinco marcas de farelo de soja (denominados farelos de soja 1, 2, 3, 4 e 5), soja integral tostada e soja integral micronizada. Conduziu-se um ensaio de metabolismo com galos adultos (método da alimentação forçada), realizado na sala de metabolismo do DZO da Universidade Federal de Lavras (UFLA), localizado no município de Lavras, Minas Gerais, situado a uma altitude de 910 metros, 24°14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste, no período de abril a junho. A temperatura interna da sala de metabolismo foi mantida em 23 ± 2 °C.

Foram utilizados 24 galos Leghorn adultos, com 30 meses de idade e peso médio de 2348 ± 165 g. Cada um dos 7 alimentos descritos foi fornecido a 3 galos, em duas repetições no tempo, perfazendo 6 repetições de cada tratamento. Cada galo foi alojado individualmente e se constituiu em uma unidade experimental. Simultaneamente, em cada uma das duas repetições no tempo, foram mantidos 3 galos em jejum, para determinação das perdas endógenas e metabólicas. Utilizou-se um intervalo de 7 dias entre as duas repetições no tempo, para descanso dos galos e recuperação de seu peso. Antes do período experimental, os galos foram alojados em gaiolas individuais e passaram por um período de adaptação, onde receberam alimentação em 2 turnos de 1 hora, às 8 horas e 16 horas, para que se habituassem a encher o papo rapidamente, promovendo assim a dilatação, para diminuir a ocorrência de regurgitações após a alimentação forçada.

Após o período de adaptação as aves foram mantidas sem alimento por 24 horas, com o objetivo de esvaziar o trato digestivo e, então, forçadas a ingerir 30 g do alimento-teste, por meio de um funil-sonda introduzido via esôfago até o papo, fornecido aos galos às 8 horas da manhã. Nesse mesmo momento, foram colocadas as bandejas coletoras de excretas sob as gaiolas, devidamente revestidas com plásticos, a fim de se evitar perdas e facilitar a coleta. A coleta total das excretas foi realizada às 8 horas e 16 horas, para evitar fermentações, por um período de 48 horas depois de iniciado o fornecimento dos alimentos, totalizando 4 coletas.

As excretas coletadas foram acondicionadas em frascos de vidro com tampas, devidamente pesados e identificados e, então, colocadas em congelador (-10°C) até o final do período de coleta, quando foram homogeneizadas e levadas ao laboratório para análise de matéria seca (MS), N e EB, após pré-secagem em estufa ventilada a 55°C por um período de 72 horas ou até peso constante.

Para cada alimento foram determinados os valores de 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), matéria mineral (MM), cálcio (Ca), fósforo (P), conforme as técnicas descritas por Silva (1990), exceto a energia bruta, determinada em bomba calorimétrica. O amido foi determinado pelo método colorimétrico de Somogy-Nelson, descrito por Nelson (1944).

Os valores energéticos dos alimentos, apresentados em kcal/kg de MS, foram determinados conforme a fórmula de Matterson et al. (1965) e ajustados para a retenção de nitrogênio, de acordo com as fórmulas:

$$EMA = \frac{EB \text{ ingerida} - EB \text{ excretada}}{MS \text{ ingerida}}$$

$$EMAn = \frac{EB \text{ ingerida} - (EB \text{ excretada} + 8,22 * BN)}{MS \text{ ingerida}}$$

$$BN = \text{Balanço de Nitrogênio} = N \text{ ingerido} - N \text{ excretado}$$

$$EMV = \frac{EB \text{ ingerida} - (EB \text{ excretada} - EB \text{ do endógeno})}{MS \text{ ingerida}}$$

$$EMVn = \frac{EB \text{ ingerida} - (EB \text{ excretada} - EB \text{ do endógeno} + 8,22 * BNV)}{MS \text{ ingerida}}$$

$$BNV = BN \text{ verdadeiro} = (N \text{ ingerido} - (N \text{ excretado} - N \text{ endógeno}))$$

Para testar a confiabilidade da estimativa das equações, foram retiradas da literatura, equações de predição de energia de alimentos específicos ou de grupos de alimentos, montados ensaios de metabolismo com alimentos semelhantes a estes. Por fim, foram aplicados os resultados obtidos às equações propostas pelos autores e verificado se as equações predizem com acurácia os valores energéticos observados nos ensaios de metabolismo. As equações de Rodrigues et al. (2002) utilizadas foram as seguintes:

$$EMVn \ 1 = 2090,04 + 43,76PB - 48,60FDA + 47,93FDN + 52,50EE - 170,35MM - 5,69AMIDO$$

$$EMVn \ 2 = 1393,41 + 34,55PB - 46,96FDA + 35,83FDN + 66,90EE - 41,62AMIDO$$

$$EMVn \ 3 = 1251,83 + 27,60PB - 39,84FDA + 21,11FDN + 75,01EE$$

$$EMVn \ 4 = 2690,62 - 40,87FDA + 19,96FDN + 63,09EE$$

$$EMVn \ 5 = 2857,26 - 38,29FB + 61,02EE$$

$$EMVn \ 6 = 2822,32 - 22,5FDA + 65,60EE$$

$$EMVn \ 7 = 2666,23 + 62,61EE$$

Para verificar a aplicabilidade das equações citadas, realizou-se análise de correlação (Correlações de Spearman), existente entre os valores energéticos determinados e os valores energéticos estimados pelas equações de predição. As análises estatísticas foram feitas utilizando o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas), considerando como tratamentos: T1: Valores de EMVn dos ensaios metabólicos; T2: Valores de EMVn estimados pela equação 1; T3: Valores de EMVn estimados pela equação 2; T4: Valores de EMVn estimados pela equação 3; T5: Valores de EMVn estimados pela equação 4; T6: Valores de EMVn estimados pela equação 5; T7: Valores de EMVn estimados pela equação 6; T8: Valores de EMVn estimados pela equação 7.

Além das análises de correlação, aplicou-se o teste de agrupamento SCOTT – KNOTT entre os valores de EMVn observados nos ensaios *in vivo* e aqueles encontrados pelas equações. Ainda foram estimados os intervalos de confiança (IC) para as médias dos valores energéticos (EMVn) dos alimentos, obtidos nos ensaios metabólicos. Os valores calculados pelas equações de predição foram então comparados com o IC de cada alimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição bromatológica das amostras de soja integral e dos farelos encontram-se na Tabela 1. Pode-se notar que não houve variações significantes na composição dos farelos. No entanto, ocorreram algumas variações como no teor de extrato etéreo desses alimentos, o que era de se esperar, uma vez que esta variável é influenciada pelo processo de extração do óleo.

TABELA 1 – Composição química dos farelos de soja, da soja integral tostada e da soja integral micronizada. (expressos em matéria natural).

Nutrientes	ALIMENTOS ¹						
	F. Soja 1	F. Soja 2	F. Soja 3	F. Soja 4	F. Soja 5	Soja Int.	Soja M.
MS (%)	89,34	90,08	89,18	89,64	90,03	92,72	95,44
PB (%)	46,44	47,38	46,32	48,21	47,57	34,39	43,02
EB(kcal/kg)	4225	4097	4265	4204	4211	5319	5512
EE (%)	2,45	1,19	3,04	2,05	2,72	23,68	22,68
FDN (%)	10,09	10,07	12,85	12,71	11,75	23,48	13,45
FDA (%)	8,19	6,13	9,60	8,47	6,98	14,52	8,63
FB (%)	2,72	3,02	2,11	3,70	4,43	5,82	0,36
ENN (%)	31,58	32,34	32,06	29,79	29,38	24,09	24,54
MM (%)	6,15	6,15	5,65	5,89	5,93	4,74	4,84
Amido (%)	14,80	13,89	9,42	15,46	14,07	9,18	11,17
Ca (%)	0,27	0,29	0,31	0,33	0,33	0,20	0,17
P (%)	0,50	0,54	0,59	0,62	0,63	0,45	0,53
Zn (ppm)	50,20	47,39	46,55	53,81	56,22	44,53	40,55
Cu (ppm)	20,06	18,00	17,31	24,22	25,55	12,53	12,74
Fe (ppm)	152,24	145,22	178,32	147,01	121,31	152,47	65,48

¹ F. soja 1,2,3,4 e 5 – farelos de soja; Soja Int. – soja integral tostada; Soja M. – soja integral micronizada.

Outro ponto relevante nos farelos de soja é seu alto teor de proteína bruta, 47,20% em média, quando comparados, por exemplo, com os resultados apresentados por Rodrigues et al. (2002), 44,62% em média. Esses valores estão coerentes, uma vez que a fibra bruta dos farelos estudados neste trabalho foram 40,3% menores que aqueles encontrados por esses autores, e é sabido que quanto menor o teor de proteína bruta dos farelos de soja, maior foi a adição de casca nos mesmos, aumentando assim o teor de fibra bruta.

Observaram-se algumas variações na composição química e em minerais dos alimentos, quando os valores analisados foram comparados com as tabelas da literatura nacional (ROSTAGNO et al., 2000) e estrangeiras (LESSON & SUMMERS, 1997; NRC, 1994). De acordo com Bath et al. (1999) e Butolo (2002), a composição dos alimentos vegetais pode variar de acordo com regiões geográficas, condições de plantio, fertilidade de solo, variabilidade genética das cultivares e processa-

mento dos grãos, o que demonstra a necessidade desses valores serem revisados periodicamente.

Quanto aos valores das sojas integrais, pode ser constatado que não houve grande variação para as tabelas consultadas, sendo importante observar o baixo nível de fibra bruta da soja micronizada, o que mostra a alta qualidade desse alimento, principalmente para animais não ruminantes. A principal diferença desses alimentos para os farelos de soja é o maior teor de óleo, uma vez que este não foi extraído, o que influencia de forma significativa no valor de energia bruta desses alimentos, ou seja, a média das sojas integrais foi de 5416 kcal de EB /kg de alimento, enquanto a média dos farelos foi de 4200 kcal de EB /kg de alimento.

Os valores energéticos (EMA, EMAn, EMV e EMVn) das amostras de sojas integrais e dos farelos e seus respectivos desvios-padrão, determinados com galos adultos pelo método da alimentação forçada, estão apresentados na Tabela 2. Os valores de EMAn foram

9,5 % superiores aos de EMA e os valores de EMV foram 4,3 % superiores à EMVn. Este comportamento dos valores energéticos determinados com galos adultos está coerente com aquelas determinações de Rodrigues et al. (2002) e contradizem, quando se avaliam os valores de EMA e EMAn, aos resultados de Borges et al. (1999), cujos valores de EMA foram superiores aos de EMAn. A EMVn média foi superior à EMAn em 222 kcal/kg de MS, demonstrando o efeito das perdas de energia fecal metabólica e urinária endógena sobre os valores de EM.

Os farelos de soja apresentaram valores energéticos semelhantes ($P>0,05$) 2636 kcal de EMVn/kg de MS, em média. Esse valor foi inferior àqueles apresentados na tabela de Rostagno et al. (2000) e também aqueles apresentados por Rodrigues et al. (2002), que foram de 2832 e 2800 kcal de EMVn/kg de MS, respectivamente.

Os valores da EMVn da soja integral tostada, 3732 kcal/kg de MS, também foi inferior aos valores encontrados por Rostagno et al. (2000) em 5,2% (3937 kcal de EMVn/kg de MS) e 268 kcal/kg mais baixa que a energia encontrada por Rodrigues et al. (2002). No entanto, se mostrou bem superior aos valores encontrados na tabela do NRC (1994), 3300 kcal de EMVn/kg de MS.

Os valores da EMVn da soja micronizada foram 10,01% inferiores àquela descrita na tabela de

Rostagno et al. (2000) e 415 kcal mais baixa que os valores encontrados por Rodrigues et al. (2002). Durante a micronização, a soja passa por um processo de limpeza (JORGE NETO, 1992), no qual os grãos são destituídos da casca o que, certamente, leva ao menor teor de fibra e, possivelmente maior energia metabolizável, quando comparados aos demais grãos integrais.

As variações observadas entre as amostras e a literatura, possivelmente estão associadas aos diferentes métodos de processamento em que foram submetidas e às diferentes variedades de soja, o que pode levar a resultados variados, como os relatados no presente trabalho, sugerindo a constante avaliação de alimentos.

Os valores de EMVn das amostras de farelo de soja foram estatisticamente iguais ($P>0,05$) pelo teste de agrupamento de médias SCOTT – KNOTT, apesar da diferença de 199 kcal/kg de MS observada entre a amostra de maior e de menor valor. O mesmo caso ocorreu entre as duas sojas integrais, que tiveram uma diferença de 292 kcal/kg de MS, e mesmo assim não foram diferentes estatisticamente ($P>0,05$) pelo teste de agrupamento de médias SCOTT – KNOTT.

TABELA 2 – Valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn), verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida (EMVn) da soja e subprodutos, determinados com galos adultos pelo método da alimentação precisa e os seus respectivos desvios-padrão (expressos na matéria seca).

Alimentos	EMA kcal/kg	EMAn kcal/kg	EMV kcal/kg	EMVn ¹ kcal/kg
Farelo de Soja 1	2240 ± 100	2452 ± 124	2838 ± 124	2677 ± 129 b
Farelo de Soja 2	2061 ± 90	2308 ± 84	2655 ± 141	2531 ± 97 b
Farelo de Soja 3	2304 ± 79	2502 ± 60	2916 ± 97	2730 ± 60 b
Farelo de Soja 4	2152 ± 128	2364 ± 71	2749 ± 154	2588 ± 73 b
Farelo de Soja 5	2164 ± 164	2433 ± 136	2758 ± 172	2656 ± 149 b
MÉDIA	2184	2412	2783	2636
Soja Integral Tostada	3268 ± 142	3515 ± 140	3845 ± 199	3732 ± 151 a
Soja Int. Micronizada	3513 ± 156	3813 ± 134	4087 ± 175	4027 ± 144 a
MÉDIA	3391	3664	3966	3880

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente ($P>0,05$) pelo teste de agrupamento de SCOTT-KNOTT.

Os resultados das correlações de Spearman se encontram na Tabela 3, e analisando os alimentos em conjunto, pode-se observar que as equações 2857,26 - 38,29FB + 61,02EE e 2666,23 + 62,61EE se associaram significativamente ($P < 0,01$) com o valor médio de EMVn determinado no ensaio metabólico, sendo uma correlação positiva (96,43 %). Já as equações 1, 2, 4 e 7 também tiveram associação significativa ($P < 0,05$) com os valores médios de EMVn determinados no ensaio metabólico, porém com correlações positivas menores: 75; 75; 67,86 e 92,86% respectivamente.

Além da correlação, realizou-se a comparação entre o valor médio da EMVn obtida *in vivo* com os valores médios de EMVn de cada equação de predição (Tabela 4), aplicando-se o teste de agrupamento SCOTT-KNOTT. Essa comparação mostra que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre o valor energético médio da soja e seus subprodutos, determinados em ensaios metabólicos e aqueles valores estimados segundo as equações de predição. Por esses resultados, poder-se-ia supor que todas equações avaliadas conseguiram prever com acurácia os valores de EMVn das sojas integrais e farelos, indicando que pela composição proximal desses alimentos chega-se a valores energéticos similares àqueles observados *in vivo*, corroborando com Albino & Silva (1996), que afirmam que as equações de predição são ferramentas importantes para aumentar a precisão no processo de formulação de rações, uma vez que permitem corrigir os valores energéticos, de acordo com a composição química dos alimentos. No entanto, deve-se ressaltar que esta com-

paração se restringe a valores médios de um grupo de alimentos e, analisando os alimentos separadamente, pode-se não obter os mesmos resultados.

Outra observação importante é que tanto as equações com maior, como aquelas com menor número de variáveis, tiveram a mesma capacidade de prever os valores de EMVn desses alimentos, concordando com Azevedo (1996), Campbell et al. (1986), Dolz & Blas (1992) e Nunes et al. (2001), que relatam que o uso de equações com duas a quatro variáveis podem ser utilizadas com maior facilidade, pelo fato da realização de menores números de análises laboratoriais, economizando tempo e custo. Porém, deve-se considerar que aqui se incluem aquelas análises rotineiras, facilmente determinadas, pois com exceção do amido, todas as outras análises utilizadas nas equações em questão, são de rotina no laboratório de nutrição animal.

Por último, buscando avaliar a aplicabilidade das equações independentemente para cada alimento, foram realizadas comparações entre o valor de EMVn de cada alimento, utilizando para isso os intervalos de confiança (IC) da média, determinados de acordo com as observações obtidas nos ensaios de metabolismo, com os valores médios de EMVn determinado por cada equação, utilizando os valores da composição química de cada alimento (tabela 5).

O farelo de soja 3 apresentou o menor IC, que foi de 106 kcal/kg de MS, enquanto a soja integral micronizada foi o alimento com o maior IC, 252 kcal/kg de MS. Em média, os alimentos apresentaram um IC de 188 kcal/kg de MS.

TABELA 3 – Correlações de Spearman entre a média dos valores de EMVn determinado (ensaio metabólico) com a média da EMVn estimada (equações de predição).

Variável	Variável ¹	Observações	Correlação	Z	Probabilidade
Ensaio Metabólico	Equação 1*	7	0,7500	1,8371	0,0331
Ensaio Metabólico	Equação 2*	7	0,7500	1,8371	0,0331
Ensaio Metabólico	Equação 3	7	0,6071	1,4872	0,0685
Ensaio Metabólico	Equação 4*	7	0,6786	1,6622	0,0482
Ensaio Metabólico	Equação 5**	7	0,9643	2,3620	0,0091
Ensaio Metabólico	Equação 6**	7	0,9643	2,3620	0,0091
Ensaio Metabólico	Equação 7*	7	0,9286	2,2745	0,0115

¹Equações 1, 2, 3, 4, 5, 6 e (RODRIGUES et al., 2002);

** Correlação significativa ($P < 0,01$); * Correlação significativa ($P < 0,05$).

TABELA 4 – Comparação entre os valores médios de EMVn da soja integral e farelos de soja obtidos em ensaio metabólico e por equações de predição (RODRIGUES et al., 2002).

Equações	EMVn ¹
ENSAIO METABÓLICO	2992 a
EMVn 1 = 2090,04 + 43,76PB - 48,60FDA + 47,93FDN + 52,50EE - 170,35MM - 55,69AMIDO	3119 a
EMVn 2 = 1393,41 + 34,55PB - 46,96FDA + 35,83FDN + 66,90EE - 41,62AMIDO	3184 a
EMVn 3 = 1251,83 + 27,60PB - 39,84FDA + 21,11FDN + 75,01EE	3200 a
EMVn 4 = 2690,62 - 40,87FDA + 19,96FDN + 63,09EE	3145 a
EMVn 5 = 2857,26 - 38,29FB + 61,02EE	3259 a
EMVn 6 = 2822,32 - 22,5FDA + 65,60EE	3183 a
EMVn 7 = 2666,23 + 62,61EE	3222 a

¹ Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente (P>0,05) pelo teste de agrupamento SCOTT-KNOTT.

TABELA 5 – Valores energéticos determinados, seus respectivos intervalos de confiança (IC), bem como os valores energéticos estimados pelas equações de predição de Rodrigues et al. (2002).

	ALIMENTOS ¹						
	F. Soja 1	F. Soja 2	F. Soja 3	F. Soja 4	F. Soja 5	Soja Int.	Soja M.
EMVn ^{2,3}	2677	2531	2730	2588	2656	3732	4027
IC	2574 a	2453 a	2678 a	2530 a	2537 a	3611 a	3901 a
	2780	2609	2783	2646	2775	3853	4153
Equação 1	2509	2644	3042	2704	2817	4084	4030
Equação 2	2657	2738	2987	2751	2874	4143	4134
Equação 3	2765	2768	2816	2831	2904	4102	4216
Equação 4	2714	2719	2753	2732	2825	4167	4102
Equação 5	2908	2809	2975	2796	2853	4175	4293
Equação 6	3208	3062	3288	3185	3195	4850	4585
Equação 7	2838	2749	2880	2809	2855	4265	4152

¹ F.soja 1,2,3,4 e 5 – farelos de soja; Soja Int. – soja integral tostada; Soja M. – soja integral micronizada.

² Valores energéticos obtidos no ensaio “in vivo”, expressos em kcal/kg de MS; Equações 1 a 7 – Rodrigues et al. (2002).

³ Valor energético em itálico está dentro do intervalo de confiança.

Como pode ser observado, nenhuma das equações estudadas estimou todos os valores de EMVn dos alimentos. A equação 5 ($EMVn = 2857,26 - 38,29FB + 61,02EE$) e a equação 6 ($EMVn = 2822,32 - 22,5FDA + 65,60EE$) não estimaram nenhum valor energético dentro do IC calculado, apesar de apresentarem uma alta correlação de Spearman (96,43%). Já as equações 1 ($EMVn = 2090,04 + 43,76PB - 48,60FDA + 47,93FDN + 52,50EE - 170,35MM - 55,69AMIDO$) e 7 ($EMVn = 2666,23 + 62,61EE$), ou seja, aquela com maior e a com menor número de variáveis respectivamente, estimaram apenas a EMVn de um alimento cada uma. Por outro lado, a equação 4 ($EMVn = 2690,62 - 40,87FDA + 19,96FDN + 63,09EE$) foi a que estimou maior número de EMVn dentro do intervalo de confiança, ou seja, em três dos 7 alimentos avaliados, seguida pela equação 2 ($EMVn = 1393,41 + 34,55PB - 46,96FDA + 35,83FDN + 66,90EE - 41,62AMIDO$), que conseguiu estimar a EMVn de dois alimentos avaliados. De certa forma, esses valores estão coerentes, pois segundo Rodrigues et al. (2002), das variáveis componentes das equações definidas, o EE teve uma correlação positiva alta (88,55 e 88,37 %) e a FDN, apesar de mais baixa (17,88 e 17,33 %) também mostrou se correlacionar positivamente com os valores de EMVn.

Os resultados encontrados se mostraram muito heterogêneos, sendo, portanto, difícil concluir qual dos nutrientes mais influenciou na estimativa da EMVn. No entanto, o que se pode constatar com os resultados, é que apenas as equações com três ou mais nutrientes conseguiram estimar valores de EMVn dentro do intervalo de confiança.

CONCLUSÕES

O valor médio de energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn) dos farelos de soja foi de 2636 kcal/kg de MS;

Os valores de energia (EMVn) da soja integral tostada e micronizada foram 3732 e 4027 kcal/kg de MS, respectivamente;

As equações de predição propostas por Rodrigues et al. (2002) para estimar a EMVn não proporcionaram boas estimativas.

A equação $EMVn = 2690,62 - 40,87FDA + 19,96FDN + 63,09EE$ foi a que estimou maior número de valores energéticos dentro do intervalo de confiança aplicado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, L. F. T.; SILVA, M. A. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1996. p. 303-318.

AZEVEDO, D. M. S. **Fatores que afetam os valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos para aves**. 1996. 68 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

BATH, D. et al. Byproducts and unusual feedstuffs. **Feedstuffs**, Minneapolis, v. 71, n. 31, p. 7-8, July 1999.

BORGES, F. M. O. et al. Avaliação de métodos para estimar energia metabolizável em alimentos para aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1999, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1999. p. 386-388.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: [s.n.], 2002. 430 p.

CAMPBELL, G. L.; SALMON, R. E.; CLASSEN, H. L. Prediction of metabolizable energy of broiler diets from chemical analysis. **Poultry Science**, Champaign, v. 65, n. 11, p. 2126-2134, Nov. 1986.

DALE, N.; FULLER, H. L. Applicability of the metabolizable energy system in practical feed formulation. **Poultry Science**, Champaign, v. 61, n. 2, p. 351-356, Feb. 1982.

DALE, N.; PESTI, G. M.; ROGERS, S. R. True metabolizable energy of dried bakery product. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. 1, p. 72-75, Jan. 1990.

DOLZ, S.; BLAS, C. de. Metabolizable energy of meat and bone meal from Spanish rendering plants as influenced by level of substitution and method of determination. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, n. 2, p. 316-322, Feb. 1992.

JORGE NETO, G. Soja integral na alimentação de aves e suínos. **Avicultura e Suinocultura Industrial**, Porto Feliz, SP, v. 988, n. 82, p. 4-15, jun. 1992.

LESSON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial poultry nutrition**. 2. ed. Guelph: University Books, 1997. 350 p.

- MATTERSON, L. D. et al. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Storrs: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11 p. (Research Report, 7).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington: National Academy, 1994. 155 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of Swine**. 3. ed. Washington: National Academy, 1998. 189 p.
- NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 153, p. 375-380, 1944.
- NUNES, R. V. et al. Composição bromatológica, energia metabolizável e equações de predição da energia do grão e subprodutos do trigo para pintos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 785-793, maio/jun. 2001.
- RODRIGUES, P. B. et al. Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1771-1782, jul./ago. 2002.
- ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2000. 141 p.
- SILVA, D. J. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 2. ed. Viçosa: UFV, 1990. 165 p.