

Valores Energéticos da Soja e Subprodutos da Soja, Determinados com Frangos de Corte e Galos Adultos¹

Paulo Borges Rodrigues², Horacio Santiago Rostagno³, Luiz Fernando Teixeira Albino³, Paulo Cezar Gomes³, Ricardo Vianna Nunes⁴, Rodrigo Santana Toledo⁴

RESUMO - Os valores energéticos (energia metabolizável aparente - EMA e verdadeira - EMV) de amostras de farelo de soja (1, 2, 3, 4 e texturizado) e de soja integral processada (Jet Sploder, tostada e micronizada) foram determinados, utilizando-se o método tradicional de coleta total de excretas, com pintos em crescimento e o método de alimentação forçada, com galos adultos. No primeiro ensaio, as rações experimentais com os 8 alimentos foram fornecidas a quatro repetições de 10 aves cada, exceto a ração referência, a qual foi fornecida a seis repetições. No segundo ensaio, cada um dos alimentos foi fornecido a seis galos, os quais receberam 15 g do alimento pela manhã (8 h) e 15 g à tarde (16 h), após terem sofrido um jejum de 24 horas. Simultaneamente, seis galos foram mantidos em jejum, para determinação das perdas endógenas e metabólicas. Após determinados os valores energéticos, estabeleceram-se equações para prever as EMAn obtidas com pintos e EMVn com galos, utilizando-se a composição dos alimentos. Os valores energéticos das amostras de farelo de soja 1, 2, 3, 4 e texturizado, sojas integral Jet Sploder, integral tostada e micronizada foram 2337 e 2733; 2376 e 2818; 2469 e 2766; 2437 e 2881; 2833 e 2810; 3224 e 3775; 3400 e 4001; 4104 e 4441 kcal/kg de MS, respectivamente para as EMAn determinadas com pintos e EMVn com galos; as equações ajustadas com duas a quatro variáveis foram boas predictoras dos valores energéticos dos alimentos, com valores de R² superiores a 92%; as equações com as variáveis fibra bruta (FB) e extrato etéreo (EE) podem estimar os valores energéticos da soja e subprodutos, sendo: EMAn = 2822,2 - 90,13FB + 49,96EE (R² = 0,93) e EMVn = 2857,3 - 38,29FB + 61,02EE (R² = 0,98).

Palavras-chave: frangos de corte, galos, energia metabolizável, equações de predição, soja integral processada, farelo de soja

Energy Values of Soybean and Soybean Byproducts, Determined with Broilers and Adult Cockerels

ABSTRACTS - The energy values (apparent metabolizable energy - AME and true metabolizable energy - TME) of soybean meal samples (1, 2, 3, 4, and texturized) and processed full fat soybean samples (Jet Sploder, toasted and micronized) were determined by using the traditional method of excreta collection with growing chickens and the forced feeding method, by using adult cockerels. In the first assay, the experimental diets were fed to four replicates with ten birds in each experimental unit and the basal diet fed to six replicates. In the second assay, each one of feedstuffs was fed to six cockerels, which were fed 15 g at 8:00 A.M. and 15 g at 4:00 P.M., after 24 hours fast. Simultaneously six cockerels were fasted to determine the metabolic and endogenous losses. After the energy values determination, prediction equations were obtained to predict the AMEn with chicks and TMEn with cockerels of soybean and soybean byproducts, based on the feedstuffs chemical composition. The energy values of soybean meals (1, 2, 3, 4, and texturized), full fat soybean Jet Sploder, toasted and micronized were 2337 and 2733; 2376 and 2818; 2469 and 2766; 2437 and 2881; 2833 and 2810; 3224 and 3775; 3400 and 4001; 4104 and 4441 kcal/kg of dry matter, respectively. The equations adjusted with two to four variables showed good prediction of energy values, with R² higher than 92%. Prediction equations adjusted with crude fiber (CF) and ether extract (EE) variables can be used to predict the energy values of soybean and soybean byproducts being: AMEn = 2822.2 - 90.13FB + 49.96EE (R² = 0,93) and EMVn = 2857.3 - 38.29FB + 61.02EE (R² = .98).

Key Words: broiler chickens, cockerels, metabolizable energy, prediction equations, processed full fat soybean, soybean meal

Introdução

Um dos principais objetivos da produção animal é a transformação de alimentos menos palatáveis em alimentos de alto valor nutritivo e apreciados pela maioria da população humana. Isto, porém, somente

é possível por meio da seleção genética e melhora no manejo da criação, associados a uma nutrição adequada (Lobley, 1998). Dessa forma, a constante busca pelos nutricionistas em formular rações mais eficientes e economicamente viáveis aumenta a necessidade de pesquisas concernentes à composição

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

² Professor do Departamento de Zootecnia da UFLA. E.mail: pborges@ufla.br

³ Professores do Departamento de Zootecnia da UFV. E.mail: rostagno@mail.ufv.br

⁴ Alunos de doutorado do Departamento de Zootecnia da UFV.

química e valores energéticos dos alimentos, o que permite que os objetivos almejados na formulação de rações possam ser atendidos. A energia presente nos alimentos é um produto resultante da transformação dos nutrientes, pelo metabolismo, sendo um dos fatores mais importantes a serem considerados na nutrição animal. É consenso entre os nutricionistas que a energia é um dos fatores limitantes do consumo e de que ela é utilizada nos mais diferentes processos, que envolvem desde a manutenção das aves até o máximo potencial produtivo (Fischer Jr. et al., 1998).

Normalmente a energia contida nos alimentos é expressa em termos de energia metabolizável aparente (EMA) e, entre os vários métodos utilizados na sua estimativa, o tradicional de coleta total de excretas com pintos em crescimento (Sibbald & Slinger, 1963) é o mais comum. No entanto, na tentativa de reduzir os problemas relacionados à medição de consumo de ração e tempo dos ensaios, Sibbald (1976) desenvolveu o método de alimentação forçada, no qual galos adultos são forçados a ingerir uma quantidade conhecida do alimento teste, e corrigiu a energia excretada, considerando as energias fecal metabólica e urinária endógena, obtidas com galos em jejum, denominando-a de verdadeira (EMV). Independentemente do método utilizado, é usual a correção dos valores energéticos para um balanço de nitrogênio igual a zero, uma vez que o nitrogênio retido no corpo, se catabolizado, é excretado na forma de compostos que contém energia, como o ácido úrico (Sibbald, 1982).

Assim, a determinação dos valores de energia metabolizável dos alimentos é de suma importância, por ser a forma mais utilizada no cálculo de rações para aves. A precisão destes valores está diretamente relacionada com o método de determinação dos valores energéticos e valores precisos são imprescindíveis nas formulações (Albino, 1991). No entanto, conforme citado por Rostagno (1990), a determinação da energia dos alimentos é dependente de uma bomba calorimétrica e de uma metodologia específica, que nem sempre está disponível para as indústrias de ração do país. Neste caso, as equações de predição podem ser de grande valia. Há vários anos, a possibilidade de se utilizar equações para prever os valores energéticos dos alimentos tem sido alvo de pesquisas, onde vários pesquisadores tem desenvolvido equações para estimar a energia metabolizável através de sua composição proximal (NRC, 1994).

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar os valores energéticos da soja e alguns

subprodutos da soja, por intermédio dos métodos tradicionais de coleta total de excretas, com pintos em crescimento, e da alimentação forçada, com galos adultos. Posteriormente, a partir dos resultados experimentais obtidos, foram estimadas equações para prever as EMAn determinadas com pintos e as EMVn com galos, em função da composição química dos alimentos.

Material e Métodos

Para determinar os valores de EMA, EMAn, EMV e EMVn de quatro marcas comerciais de farelo de soja (denominados farelos de soja 1, 2, 3 e 4), farelo de soja texturizado, soja integral "Jet Sploder", soja integral tostada e soja micronizada, foram utilizados dois ensaios biológicos, sendo um com pintos em crescimento (método tradicional de coleta total de excretas) e outro com galos adultos (método da alimentação forçada), conduzidos no Laboratório Animal do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Os grãos de soja (integral, Jet Sploder e micronizada) e o farelo texturizado foram processados conforme descrição apresentada por Rodrigues (2000).

Ensaio 1. Pintos de corte macho, apresentando peso médio de $355,0 \pm 2,2$ g aos 14 dias de idade, foram transferidos para baterias metálicas e distribuídos aleatoriamente aos boxes, onde receberam as rações com os alimentos a serem testados e luz natural e/ou artificial por 24 horas. Foram utilizados 420 pintos da linhagem Hubbard, que receberam as rações experimentais com os oito alimentos mencionados acima e uma ração referência, formulada a base de milho e farelo de soja, para conter 19,75 % de proteína bruta e 3085 kcal de EM/kg, na qual os alimentos substituíram em 30 %, devido ao seu elevado conteúdo de PB. Determinou-se, para cada alimento, os valores energéticos em quatro repetições de 10 aves cada, com exceção da ração referência, a qual foi fornecida a seis repetições de 10 aves, por ser fundamental nos cálculos dos valores energéticos. As temperaturas mínima e máxima médias registradas no período experimental foram $24,3 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$ e $31,8 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

As rações e água foram fornecidas à vontade por um período de 12 dias, sendo sete dias de adaptação e cinco de coleta total de excretas em cada unidade experimental, a qual foi realizada duas vezes ao dia (8 e 16h) para evitar fermentações. No período de

coleta (22 a 26 dias de idade), as bandejas foram revestidas com plástico sob o piso de cada gaiola, a fim de se evitar perdas. Simultaneamente, foram mantidas em jejum quatro repetições de 10 aves, por um período de 24 horas para limpar o trato digestivo, e por mais 48 horas para determinação das perdas endógenas e metabólicas, cujos valores foram corrigidos para o período de cinco dias, equivalente ao período de coleta de excretas, para se determinarem os valores de EMV e EMVn.

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 até o final do período de coleta. Então, as amostras foram pesadas, homogeneizadas e retiradas as alíquotas devidas para as análises de MS, N e EB, após pré-secagem em estufa ventilada a 55°C por um período de 72 horas. Os valores energéticos foram determinados conforme a fórmula de Matterson et al. (1965) e ajustados para a retenção de nitrogênio e a repetibilidade média de acordo com a fórmula descrita por Albino (1991). Determinou-se a composição bromatológica de cada alimento conforme as técnicas descritas por Silva (1990). O amido foi determinado pelo método colorimétrico de Somogy-Nelson, descrito por Nelson (1944) e o selênio (Se) foi determinado através da metodologia descrita por Amerlin et al. (1998). Também realizou-se análises físicas para determinar o diâmetro geométrico médio - DGM (adaptado da metodologia de Zanotto e Bellaver, 1996, citados por Zanotto e Monticelli, 1998) e a densidade dos alimentos. A atividade ureática e solubilidade da proteína em hidróxido de potássio (KOH) a 0,2% das sojas integral e subprodutos foram determinadas conforme metodologia recomendada por Brasil (1998).

Ensaio 2. Foi utilizado o método da alimentação forçada, também conhecido como alimentação precisa (Sibbald, 1976), utilizando-se galos Leghorne adultos, com 18 meses de idade e um peso médio de 2352 ± 205 g. Cada um dos oito alimentos descritos no ensaio I foi fornecido a seis galos, sendo dois galos por unidade experimental. Simultaneamente, seis galos foram mantidos em jejum, para determinação das perdas endógenas e metabólicas. Antes do período experimental, os galos foram alojados nas baterias e passaram por um período de adaptação, onde recebe-

ram alimentação em dois turnos de 1 hora, às 8 e 16 horas, visando à dilatação do papo. Em seguida, foram mantidos em jejum por 24 horas, com o objetivo de esvaziar o trato digestivo e, então, forçados a ingerir 30 g do alimento teste, por meio de um funil-sonda introduzido via esôfago até o papo. Foram fornecidos 15 g dos alimentos às 8 h e 15 g às 16 h, para evitar regurgitações. As bandejas sob o piso das gaiolas foram revestidas com plástico, semelhante ao ensaio I, e a coleta de excretas realizada às 8 e 16 h, para evitar fermentações, por um período de 56 horas, após iniciado o fornecimento dos alimentos. As excretas foram acondicionadas e analisadas conforme descrito para o ensaio I e os valores energéticos calculados pelas fórmulas:

$$\text{EMA (kcal/kg de MS)} = \frac{\text{EB ingerida} - \text{EB excretada}}{\text{MS ingerida}}$$

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

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

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

em que: EB = energia bruta; BNV = BN verdadeiro = (N ingerido - (N excretado - N endógeno)).

Após determinada a composição dos alimentos e obtidos os valores energéticos (EMAn e EMVn), determinados nos ensaios 1 e 2, respectivamente, foram estimadas equações para prever a energia metabolizável deste grupo de alimentos, a partir de regressões lineares simples e múltiplas, utilizando o Método de Eliminação Indireta ou Backward, pelo pacote SAEG - versão 5.0 (Sistema para Análises Estatísticas - UFV, 1992). Utilizou-se na predição das equações os valores de PB, FB (ou FDA e FDN), EE, MM, amido, DGM e densidade dos alimentos testados. Para obter equações de maior precisão, adotou-se o teste T e uma significância de 5% de probabilidade, para cada variável componente do modelo. As equações foram desenvolvidas passo a passo pelo método, e somente foram consideradas aquelas em que todas as variáveis independentes apresentassem significância no modelo.

Resultados e Discussão

A composição química, densidade e DGM dos alimentos avaliados encontram-se na Tabela 1 e a composição mineral (macro e microminerais), na Tabela 2. Observam-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., 1983; Embrapa, 1991; Brasil, 1996) e estrangeiras atuais (NRC, 1994; Dale, 1999; Bath et al., 1999). De acordo com Bath et al. (1999), a composição dos alimentos varia devido às diferenças no clima, condições de solo, maturidade e variedades, além de fatores de processamento. Segundo Albino & Silva (1996), as condições de processamento dos subprodutos pode levar a grandes variações na composição dos alimentos.

De certa forma, quando se observa a composição das amostras de farelo de soja, os resultados tendem a ser similares. Pela composição apresentada, o farelo de soja texturizado parece ser mais similar ao grupo dos farelos onde, com exceção do extrato etéreo, DGM e fibras (FB, FDA e FDN), os demais

componentes foram relativamente semelhantes. Também a soja micronizada apresentou um teor de FB inferior aos demais alimentos analisados neste grupo.

Pela classificação descrita por Nunes (1999), três amostras de farelo de soja (farelos 1, 2 e 3) apresentaram DGM grosso (maior que 832,7 μm) assim como a soja integral Jet Sploder. Uma das amostras de farelo de soja (farelo 4) e a soja integral tostada apresentaram DGM médio (entre 375,3 e 832,7 μm) e os farelo de soja texturizado e soja micronizada, DGM fino (menor que 375,3 μm). Apesar da ampla variação no DGM, mais de 1000 pontos percentuais, entre o maior e menor valor observado (1196,3 e 105,9 μm), a densidade dos alimentos foi, aparentemente, mais uniforme, com uma diferença de 43,57% entre as amostras de farelo de soja 3 (686,1 g/L) e a soja micronizada (477,9 g/L). Destaca-se ainda, um conteúdo de selênio 106,8 e 93,2% superior da soja micronizada e do farelo de soja texturizado, respectivamente, quando comparado à média das demais amostras.

Os valores da atividade ureática e solubilidade da proteína em hidróxido de potássio a 0,2% das amostras de soja e farelos estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 1 - Composição química e física da soja integral e subprodutos
Table 1 - Chemical and physical composition of the integral soybean and by-products

Alimento ³ Feedstuff	Composição ^{1,2} Composition										
	MS DM (%)	PB CP (%)	EE (%)	MM Ash (%)	FB CF (%)	FDA ADF (%)	FDN NDF (%)	EB GE (kcal/kg)	Amido Starch (%)	Dens. (g/l)	DGM MGD μm
Farelo de soja 1 Soybean meal 1	89,17	44,09	2,33	5,58	4,79	7,57	14,47	4029	15,19	639,3	1196,3
Farelo de soja 2 Soybean meal 2	89,37	43,43	1,65	5,52	5,69	7,75	14,85	4069	13,11	675,2	1096,3
Farelo de soja 3 Soybean meal 3	89,66	44,51	2,58	6,05	6,47	8,56	14,13	4059	12,68	686,1	858,3
Farelo de soja 4 Soybean meal 4	89,35	46,43	2,21	5,69	4,49	7,70	14,45	4116	14,41	672,7	725,3
Farelo de soja texturizado Texturized soybean meal	93,65	49,30	0,69	5,61	0,43	1,33	4,03	4280	12,33	595,5	105,9
Soja integral Jet Sploder Jet Sploder integral soybean	90,18	36,96	17,05	4,30	4,78	6,72	12,21	4904	9,48	543,9	1133,4
Soja integral tostada Toasted integral soybean	92,35	37,97	22,06	4,46	6,29	16,12	22,09	5199	10,16	612,0	586,3
Soja micronizada Micronized soybean	93,48	38,53	23,23	4,24	0,10	3,95	15,65	5342	9,68	477,9	167,8

¹ Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do DZO da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

¹ Realized in the Animal Nutrition Laboratory of the Federal University of Lavras (UFLA).

² MS - matéria seca; PB - proteína bruta; EE - extrato etéreo; MM - matéria mineral; FB - fibra bruta; FDA - fibra em detergente ácido; FDN - fibra em detergente neutro; EB - energia bruta; Dens. - densidade e DGM - diâmetro geométrico médio.

² DM - dry matter; CP - crude protein; EE - etherial extract; CF - crude fiber; ADF - acid detergent fiber; NDF - neutral detergent fiber; GE - gross energy; Dens. - density; MGD - medium geometric diameter.

Tabela 2 - Composição em macro e microminerais da soja e seus subprodutos
 Table 2 - Macro and trace elements of the soybean and soybean by-products

Alimento <i>Feedstuff</i>	Composição ¹ <i>Composition</i>									
	Ca (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Na (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Se ² (ppb)
Farelo de soja 1 <i>Soybean meal 1</i>	0,24	0,54	1,79	0,20	41,55	114,85	45,83	16,85	16,85	72
Farelo de soja 2 <i>Soybean meal 2</i>	0,29	0,45	1,79	0,18	46,38	164,62	47,19	17,52	12,78	51
Farelo de soja 3 <i>Soybean meal 3</i>	0,45	0,48	1,74	0,26	48,18	142,83	47,07	25,02	18,56	68
Farelo de soja 4 <i>Soybean meal 4</i>	0,26	0,50	1,86	0,19	59,15	264,30	47,80	22,25	14,92	47
Farelo de soja texturizado <i>Texturized soybean meal</i>	0,25	0,51	1,98	0,20	56,47	154,24	56,66	40,64	17,70	113
Soja integral Jet Sploder <i>Jet Sploder integral soybean</i>	0,23	0,39	1,57	0,16	28,59	213,37	36,88	17,49	15,33	47
Soja integral tostada <i>Toasted integral soybean</i>	0,14	0,42	1,65	0,15	98,54	127,72	45,07	24,75	11,17	66
Soja micronizada <i>Micronized soybean</i>	0,13	0,44	1,65	0,16	43,75	57,77	41,79	23,37	13,74	121

¹ Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFLA - Lavras/MG.

² Análises realizadas no Laboratório do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (INPE) - USP/SP.

¹ Analyses were performed at the Animal Nutrition Laboratory of the Federal University of Lavras (UFLA).

² Analyses were performed at the Nuclear and Energetics Institut Laboratory - USP/SP.

Tabela 3 - Atividade ureática e solubilidade da proteína em hidróxido de potássio (KOH) a 0,2 %, das amostras de soja e subprodutos¹

Table 3 - Urea activity and protein solubility in potassium hydroxide (KOH) to 0.2 %, of the soybean and soybean by-products samples

Alimento <i>Feedstuff</i>	Atividade ureática <i>Urea activity</i>	Solubilidade da proteína em KOH 0,2 % <i>Protein solubility in KOH 0.2 %</i>
Farelo de soja 1 <i>Soybean meal 1</i>	0,01	91,21
Farelo de soja 2 <i>Soybean meal 2</i>	0,04	83,33
Farelo de soja 3 <i>Soybean meal 3</i>	0,05	88,17
Farelo de soja 4 <i>Soybean meal 4</i>	0,05	90,43
Farelo de soja texturizado <i>Texturized soybean meal</i>	0,01	88,57
Soja integral Jet Sploder <i>Jet Sploder integral soybean</i>	0,02	65,38
Soja integral tostada <i>Toasted integral soybean</i>	0,04	60,98
Soja micronizada <i>Micronized soybean</i>	0,05	87,80

¹ Análises realizadas na Companhia de Premix COGRAN LTDA - Pará de Minas/MG.

¹ Analyses were performed at the COGRAN LTDA Premix Company - Pará de Minas/MG.

Nota-se que, com exceção das amostras de farelo de soja 3 e 4 e soja micronizada, a atividade ureática dos demais alimentos foi relativamente baixa, estando abaixo do limite inferior dos padrões referidos na literatura (0,05 a 0,20, citado por Leeson & Summers, 1997). Entretanto, Araba & Dale (1990a) observaram que o ganho de peso de pintos de 1 a 21 dias de idade não diferiram quando receberam dietas contendo farelos de soja com atividade ureática variando de 0,02 a 0.

Os maiores valores de solubilidade da proteína em KOH 0,2 % foram observados para a amostra de farelo de soja 1 (91,21%) e farelo de soja 4 (90,43%), e os menores para a soja integral tostada (60,98%) e a soja Jet Sploder (65,38%). Araba & Dale (1990a,b) indicam valores de solubilidade entre 70 e 85% como ideais, onde os inferiores podem indicar superprocessamento e os superiores, subprocessamento. Leeson & Summers (1997) atentam para o fato de que o superprocessamento pode destruir a lisina e

reduzir os valores de EM, destacando que o ensaio de solubilidade é influenciado pelo tamanho da partícula e tempo de reação, os quais devem ser padronizados no laboratório. Jorge Neto (1992) sugere que uma soja bem processada deve apresentar um valor de solubilidade acima de 75%, destacando 80% como o ideal. Dessa forma, com base nos resultados da solubilidade da proteína em KOH, pode-se assumir, neste trabalho, um superprocessamento da soja integral tostada e da Jet Sploder, e um subprocessamento principalmente das amostras de farelo 1 e 4.

Na Tabela 4 estão apresentados os valores médios das EMA, EMAn, EMV e EMVn dos oito alimentos estudados. Nota-se que os valores médios de EMA e EMV determinados com pintos em crescimento foram 5,66 e 6,22 % superiores àqueles de EMAn e EMVn, respectivamente. Uma redução bem similar a estas do presente ensaio também pode ser constatada nos trabalhos de Albino et al. (1992a) e mais recentemente por Borges et al. (1998a). De acordo com

Tabela 4 - Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com pintos (22 a 26 dias de idade) e galos adultos (18 meses de idade), com seus respectivos desvios-padrão (\pm DP) (valores expressos na matéria seca)

Table 4 - Energetic values of the soybean and soybean byproducts, determined with chickens (22 to 26 days of age) and adult cockerels (18 months of age) by the forced feed, with yours respective standard errors (\pm SE) (based on the dry matter values)

Alimento <i>Feedstuff</i>	EMA (kcal/kg) ¹ <i>AME</i>		EMAn (kcal/kg) ¹ <i>AMEn</i>		EMV (kcal/kg) ¹ <i>TME</i>		EMVn (kcal/kg) ¹ <i>TME_n</i>	
	Pintos	Galos	Pintos	Galos	Pintos	Galos	Pintos	Galos
	<i>Chicks</i>	<i>Cockerels</i>	<i>Chicks</i>	<i>Cockerels</i>	<i>Chicks</i>	<i>Cockerels</i>	<i>Chicks</i>	<i>Cockerels</i>
Farelo de soja 1 <i>Soybean meal 1</i>	2508(169)	2187(63)	2337(164)	2459(25)	2588(176)	3001(63)	2399(169)	2733(25)
Farelo de soja 2 <i>Soybean meal 2</i>	2569(261)	2338(98)	2376(262)	2545(31)	2654(269)	3150(98)	2441(269)	2818(31)
Farelo de soja 3 <i>Soybean meal 3</i>	2633(139)	2325(123)	2469(142)	2494(56)	2724(148)	3135(123)	2539(149)	2766(56)
Farelo de soja 4 <i>Soybean meal 4</i>	2596(170)	2395(109)	2437(164)	2607(65)	2677(172)	3208(109)	2499(167)	2881(65)
Farelo de soja texturizado <i>Texturized soybean meal</i>	3003(111)	2246(35)	2833(114)	2549(104)	3114(116)	3021(35)	2918(118)	2810(104)
Soja integral Jet Sploder <i>Jet Sploder integral soya</i>	3367(231)	3264(121)	3224(215)	3504(92)	3470(235)	4069(121)	3303(218)	3775(92)
Soja integral tostada <i>Toasted integral soya</i>	3550(130)	3503(102)	3400(128)	3736(107)	3658(117)	4289(102)	3483(118)	4001(107)
Soja micronizada <i>Micronized soya</i>	4260(54)	4003(30)	4104(53)	4180(52)	4374(48)	4780(30)	4192(46)	4442(53)
Médias <i>Means</i>	3061(610)	2783(674)	2897(619)	3009(659)	3157(623)	3582(666)	2972(628)	3278(656)
Repetibilidade média <i>Mean repeatability</i>	0,930	0,983	0,934	0,989	0,930	0,983	0,934	0,991
CV(%)	5,54	3,31	5,73	2,42	5,48	2,57	5,69	2,22

¹ EMA - energia metabolizável aparente; EMAn - EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio; EMV - energia metabolizável verdadeira; EMVn - EMV corrigida pelo balanço de nitrogênio.

¹ AME - *aparent metabolizable energy*; AMEn - *AME nitrogen balance corrected*; TME - *true metabolizable energy*; TME_n - *TME nitrogen balance corrected*.

Wolynetz & Sibbald (1984), em condições de consumo à vontade, a EMA é maior que a EMAn quando a retenção de nitrogênio é positiva. Como no presente ensaio as aves apresentaram consumo normal de ração, à vontade, logicamente o nitrogênio retido foi maior que zero e, conseqüentemente, a EMA superou os valores de EMAn; o mesmo pode ter ocorrido entre as EMV e EMVn. Quando se compara a EMAn com a EMVn, observa-se que a energia verdadeira foi apenas 2,59% superior à aparente e mostra certa similaridade entre os valores energéticos. (Em média, 2897 kcal de EMAn/kg de MS e 2972 kcal de EMVn/kg de MS). A repetibilidade média das estimativas das energias foram 0,930 e 0,934, correspondentes às energias não corrigidas e as corrigidas pelo balanço de nitrogênio, respectivamente, sendo inferiores às apresentadas por Lima et al. (1989) e Albino et al. (1992a), quando trabalharam com pintos.

Por outro lado, observa-se que os valores de EMAn foram 8,12 % superiores aos de EMA e a EMV 9,27 % superior à EMVn, quando determinados com galos adultos. Este comportamento dos valores energéticos determinados com galos adultos está coerente com as determinações de Albino et al. (1992a) e contradizem, quando se avalia as EMA e EMAn, os resultados de Borges et al. (1998a,b), cujos valores de EMA foram superiores aos de EMAn. A EMVn média foi superior à EMAn em 269 kcal/kg de MS, mostrando os efeitos das energias fecal metabólica e urinária endógena sobre os valores de EM. A repetibilidade média observada nas determinações foram 0,983, 0,989, 0,983 e 0,991, respectivamente para EMA e EMV, EMAn e EMVn, sendo estes valores superiores aos relatados por Lima et al. (1989) e Albino et al. (1992a), quando trabalharam com o método de alimentação forçada.

Nas determinações dos valores energéticos utilizando pintos em crescimento, as amostras dos farelos de soja 1, 2, 3 e 4 apresentaram, em média, 2405 Kcal de EMAn/kg de MS, inferior aos valores apresentados na literatura nacional (Rostagno et al., 1983; Embrapa, 1991; Albino et al., 1992a,b) e nas tabelas estrangeiras (Janssen, 1989; NRC, 1994; Dale, 1999). Com exceção do resultado apresentado por Albino et al. (1992a), o valor energético médio dos farelos, obtido no presente experimento, foi mais semelhante àqueles que podem ser observados na literatura estrangeira, citada anteriormente. O farelo de soja texturizado apresentou um valor de EMAn 17,80 % superior à média daqueles observados para as amos-

tras de farelo de soja e um teor de extrato etéreo e fibra bruta bem mais baixo. O valor energético da soja micronizada foi, em comparação às demais sojas e subprodutos, o mais elevado (4104 kcal de EMAn/kg de MS) sendo, de todas as amostras estudadas no presente trabalho, a de maior conteúdo em extrato etéreo, o que pode ter contribuído para maior energia metabolizável. Este valor determinado, porém, foi 12,22 % superior àquele relatado por Albino et al. (1992b) (3657 kcal de EMAn/kg de MS).

Quando se compara as amostras de soja integral, nota-se que a soja tostada apresentou uma EMAn (semelhante ao que se observa para a EMVn) 5,46% maior que a soja "Jet Sploder", podendo-se atribuir esta diferença ao teor de extrato etéreo da primeira, que foi 22,71% superior, contribuindo assim para o maior valor energético desta. Comparando-se a média destas duas amostras de soja integral com a soja micronizada, vê-se que a EMAn da segunda é maior em 23,91 %, apesar de uma composição bem semelhante, exceto no teor de fibra bruta. 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 a este menor teor de fibra e, possivelmente maior energia metabolizável, quando comparado aos demais grãos integrais. Destaca-se, ainda, a menor solubilidade da proteína em KOH observada para as amostras de soja integral e, conforme Araba e Dale (1990a,b), baixos índices de solubilidade podem ser indicativos de superprocessamento. De acordo com Leeson & Summers (1997), o superprocessamento dos alimentos pode afetar o seu valor energético. Nota-se ainda uma tendência de aumento da EMAn (e EMVn) com a redução do DGM. A EMAn média das amostras de soja integral foi inferior aos valores obtidos por Janssen, (1989), Embrapa, (1991) e Albino et al. (1992b).

A EMVn determinada com galos apresentou um comportamento similar aos valores de EMAn e EMVn determinados com pintos em crescimento. Observa-se que no ensaio de alimentação forçada os menores valores energéticos foram obtidos para as amostras de farelo de soja (2800 Kcal de EMVn/kg de MS, em média) porém, diferindo em apenas 10 kcal/kg de MS em relação ao farelo de soja texturizado (2810 kcal de EMVn/kg de MS), mostrando mais uma vez a similaridade deste subproduto com os farelos comuns. Esta média observada para os farelos de soja no presente trabalho foi inferior aos valores de EMVn relatadas por Albino et al. (1992a,b) e por Fischer Jr. et al.

(1998). É importante ressaltar, entretanto, que a maior diferença observada em relação aos resultados de Fischer Jr. et al. (1998) pode estar relacionado ao fato destes autores terem trabalhado com aves cecectomizadas, o que logicamente influenciou os valores energéticos, levando a uma maior discrepância com os dados do presente trabalho. Apesar desta observação, a EMVn da soja integral tostada (4001 kcal/kg de MS) foi superior aos valores encontrados por Fischer Jr. et al. (1998) em 3,65% (3855 kcal de EMVn/kg de MS) e 179 kcal mais baixa que a energia encontrada por Albino et al. (1992b). A EMVn da soja micronizada foi, no entanto, 6,65% superior àquela descrita pelos referidos autores (4165 kcal/kg de MS). Assim como observado para a EMAn determinada pelo método tradicional, a soja obtida pelo processamento "Jet Sploder" apresentou EMVn menor que a soja integral (5,99%). No entanto, estas variações observadas entre as amostras e literatura, possivelmente estão associadas aos diferentes processamentos a que foram submetidas, o que pode levar a resultados variados como os relatados no presente trabalho.

Na Tabela 5 estão apresentadas as equações

estimadas para prever o conteúdo de EMAn determinadas com pintos em crescimento e EMVn, com galos adultos, respectivamente, através da composição química e física da soja e subprodutos. Nota-se que, de uma maneira geral, as equações com mais de uma variável mostraram melhores ajustes, apresentando maiores coeficientes de determinação. Nunes (1999) relata que o uso de equações com duas a quatro variáveis podem ser utilizadas com maior facilidade pelo fato de a realização de menores números de análises laboratoriais economizar tempo e custo. Entretanto, deve-se considerar que se incluem aquelas análises rotineiras, facilmente determinadas. Isto porque variáveis como o DGM, muitas vezes podem não ter disponibilidade facilitada, inviabilizando o uso das equações. Apesar de tal colocação, vale ressaltar que, de acordo com Penz Jr. & Magro (1998), o assunto granulometria de ingredientes e rações tem sido muito considerado ultimamente pelos pesquisadores e nutricionistas, podendo-se afirmar que a determinação do DGM dos alimentos passará, num futuro bem próximo, a ser uma análise de rotina em laboratórios e indústrias de rações.

Entre as variáveis componentes das equações

Tabela 5 - Equações de predição dos valores energéticos da soja e seus subprodutos, determinados com pintos em crescimento (EMAn) e galos adultos (EMVn), em função da composição dos alimentos, com suas respectivas correlações (valores expressos com base na matéria seca)

Table 5 - Prediction equations of the energetic values of the soybean and soybean byproducts, determined with growing chickens (AMEn) and adult cockerels (TMEn), based on food composition, with respective correlations (Data based on dry matter)

Constante <i>Constant</i>	PB(%) <i>CP</i>	FB(%) <i>CF</i>	FDA(%) <i>ADF</i>	FDN(%) <i>NDF</i>	EE(%) <i>EE</i>	MM(%) <i>Ash</i>	Amido(%) <i>Starch</i>	Dens. (g/L)	DGM μm	R ²
EMAn (Pintos) <i>AMEn (Chickens)</i>										
+4394,28	+107,18	-	-	+78,19	-	-	-187,78	-8,52	-	0,94
+1822,76	-	-99,32	-	-	+60,50	+286,73	-52,26	-	-	0,94
+9261,43	-133,10	-	-27,21	-	-	-	56,04	-	-0,873	0,94
+2822,19	-	-90,13	-	-	+49,96	-	-	-	-	0,93
-822,33	+69,54	-	-45,26	-	+90,81	-	-	-	-	0,92
+2723,05	-	-	50,52	-	+60,40	-	-	-	-	0,90
Correlações <i>Correlations</i>	-0,7820	-0,5153	-0,0534	0,1788	0,8855	-0,8911	-0,8604	-0,8806	-0,5612	-
EMVn (Galos) <i>TMEn (Cockerels)</i>										
+2090,04	+43,76	-	-48,60	+47,93	+52,50	-170,35	-55,69	-	-	0,99
+1969,50	-	-	-68,16	+29,17	+65,25	-187,34	-	+3,20	-0,144	0,99
+1393,41	+34,55	-	-46,96	+35,83	+66,90	-	-41,62	-	-	0,99
+1251,83	+27,60	-	-39,84	+21,11	+75,01	-	-	-	-	0,99
+2690,62	-	-	-40,87	+19,96	+63,09	-	-	-	-	0,98
+2857,26	-	-38,29	-	-	+61,02	-	-	-	-	0,98
Correlações <i>Correlations</i>	-0,9126	-0,3078	0,1635	0,4041	0,9788	-0,9480	-0,8609	-0,8270	-0,3692	-

definidas, o EE teve correlação alta (88,55 e 97,88%) seguida da FDN que, apesar de mais baixa (17,88 e 40,41%), também mostrou se correlacionar positivamente com as EMAn e EMVn estimadas, respectivamente. A FDN foi destacada como boa preditora da EMVn por ZHANG et al. (1994) e a PB e EE por Dolz & De Blas (1992). Sibbald et al. (1980) observaram que as combinações de EE, FB e MM foram úteis em prever a EMV, explicando aproximadamente 80% da variação. No presente trabalho, as variáveis combinadas em todas as equações explicaram mais de 90% da variabilidade nos valores de EMAn e 98% da EMVn, respectivamente. Com exceção da FDA para as estimativas de EMVn, as demais variáveis tiveram uma correlação negativa com os valores energéticos variando, entre FB (menor) e MM (maior), de 51,53 a 89,11% com a EMAn e 30,78 a 94,80% com a EMVn, respectivamente.

As equações compostas com quatro variáveis no modelo explicaram 94% ou mais da variação nos

valores de EMAn e EMVn ($R^2 \geq 0,94$). No entanto, a equação composta por apenas duas variáveis, EE e FB, explicou 93,0 e 98,0% das variações, respectivamente, mostrando que o ajuste de um modelo com duas variáveis independentes pode ser bem aplicado na estimativa da energia dos alimentos. Bons ajustes com combinação de duas variáveis também foram destacados por Dolz & De Blas (1992), Azevedo (1996) e Nunes (1999). Por outro lado, Janssen (1989) descreveu equações com a PB, EE e extratos não nitrogenados para prever a EMAn do farelo de soja.

Nas Tabelas 6 e 7 estão apresentadas as estimativas dos valores de EMAn e EMVn dos alimentos estudados, respectivamente, juntamente com a média da soma do quadrado dos desvios destas estimativas. Observa-se que as equações com quatro variáveis no modelo apresentaram melhores valores estimados, comparados aos determinados *in vivo*, apresentando menor média da soma do quadrado dos desvios (924 e 1839, respectivamente, para EMAn e EMVn).

Tabela 6 - Estimativas dos valores de EMAn da soja e subprodutos, determinados com pintos, através das equações de predição dos valores energéticos em função da composição dos alimentos (valores expressos em Kcal/kg de matéria seca)

Table 6 - Estimate of the AMEn values of soybean and soybean byproducts, determined with chickens, by the prediction equations of the energy values based on the food composition (data based on kcal/kg of the dry matter)

EMAn ₁ = 1822,76 - 99,32FB + 60,50EE + 286,73MM - 52,26AMIDO				R ² = 0,94
EMAn ₂ = 2822,19 - 90,13FB + 49,96EE				R ² = 0,93
EMAn ₃ = - 822,33 + 69,54PB - 45,26FDA + 90,81EE				R ² = 0,92
Alimento <i>Feedstuffs</i>	EMAn ¹	EMAn ₁ ²	EMAn ₂ ²	EMAn ₃ ²
Farelo de soja 1 <i>Soybean meal 1</i>	2337	2352	2469	2469
Farelo de soja 2 <i>Soybean meal 2</i>	2376	2307	2341	2333
Farelo de soja 3 <i>Soybean meal 3</i>	2469	2476	2315	2459
Farelo de soja 4 <i>Soybean meal 4</i>	2437	2456	2492	2625
Farelo de soja texturizado <i>Texturized soybean meal</i>	2833	2851	2818	2841
Soja integral Jet Sploder <i>Jet Sploder integral soybean</i>	3224	3259	3289	3407
Soja integral tostada <i>Toasted integral soybean</i>	3400	3402	3402	3416
Soja micronizada <i>Micronized soybean</i>	4104	4076	4054	4109
Médias <i>Means</i>	2898	2897	2897	2957
Médias da soma do quadrado dos desvios <i>Deviation square sum means</i>	924	6502	11071	

¹ Energia metabolizável aparente corrigida, observada *in vivo* no ensaio com pintos em crescimento.

² Estimativas da EMAn pelas respectivas equações de predição.

¹ Apparent corrected metabolizable energy, "in vivo" observed in the growing chicks assay.

² AMEn estimates by the prediction equations.

Tabela 7 - Estimativas dos valores de EMVn da soja e subprodutos da soja, determinados com galos adultos, por meio de equações de predição dos valores energéticos, em função da composição dos alimentos (valores expressos em Kcal/kg de matéria seca)

Table 7 - Estimate of the TME_n values of soybean and soybean byproducts, determined with adult cockerels, by the prediction equations of the energetic values based on the food composition (data based on kcal/kg of the dry matter)

Alimento <i>Feedstuff</i>	EMVn ¹	EMVn ₁ ²	EMVn ₂ ²	EMVn ₃ ²
Farelo de soja 1 <i>Soybean meal 1</i>	2733	2817	2832	2811
Farelo de soja 2 <i>Soybean meal 2</i>	2818	2737	2785	2726
Farelo de soja 3 <i>Soybean meal 3</i>	2766	2790	2797	2757
Farelo de soja 4 <i>Soybean meal 4</i>	2881	2869	2817	2815
Farelo de soja texturizado <i>Texturized soybean meal</i>	2810	2794	2765	2885
Soja integral Jet Sploder <i>Jet Sploder integral soybean</i>	3775	3790	3849	3808
Soja integral tostada <i>Toasted integral soybean</i>	4004	3988	3962	4054
Soja micronizada <i>Micronized soybean</i>	4442	4438	4420	4369
Médias <i>Means</i>	3279	3278	3278	3278
Médias da soma do quadrado dos desvios <i>Deviation square sum means</i>		1839	2979	3473

¹Energia metabolizável aparente corrigida, observada "in vivo" no ensaio com pintos em crescimento.

²Estimativas da EMAn pelas respectivas equações de predição.

¹ *Apparent corrected metabolizable energy, "in vivo" observed in the growing chicks assay.*

² *AMEn estimates by the prediction equations.*

Nota-se que estas médias aumentam com a redução nos valores dos coeficientes de determinação. Quando se comparam os valores de EMAn estimados pelas equações contendo as variáveis FB, EE, MM e amido e os determinados "in vivo", pode-se constatar que a estimativa da EMAn da soja integral tostada diferiu em apenas 2 kcal/kg de MS, daquela obtida nos ensaios "in vivo" com pintos, e a amostra de farelo de soja 2, com maior variação, diferiu em 2,99%. Nas estimativas obtidas pela equação estabelecida com a FB e EE, nota-se que, semelhantemente, a soja integral tostada diferiu em apenas 2 kcal de EMAn/kg de MS e o farelo de soja 3 (maior variação) em 6,65%, mostrando boas predições dos valores energéticos, considerando-se que entre as amostras de farelos de soja, as EMAn obtidas *in vivo* variaram em 5,65% entre si. A EMAn média das amostras de farelo de soja foi 2405 kcal/kg de MS e, calculando-se a média das quatro estimativas destas amostras,

obtem-se 2404 kcal de EMAn/kg de MS, mostrando uma diferença inexpressiva em termos de valores médios. O mesmo comportamento foi observado quando se considera a EMVn, onde a média dos farelos, obtidas no ensaio com galos adultos, foi de 2800 kcal de EMVn/kg de MS e aquela estimada pela equação com FB e EE foi 2777 kcal/kg de MS, diferenciando em menos de 1% dos valores observados *in vivo*.

Conforme já mencionado anteriormente, os modelos que englobam grande número de variáveis podem se tornar complexos, já que características físicas como a densidade e o DGM, por não estarem facilmente disponíveis, muitas vezes podem inviabilizar o uso das equações. Assim, aquelas equações com componentes obtidos facilmente pela análise proximal dos alimentos são mais aplicáveis, visto que esta é uma análise de rotina em laboratórios. Desta forma, as variáveis PB, FB, FDA, FDN e EE mostraram ser boas preditoras dos valores energéticos, quando com-

binadas entre elas, conforme pode ser constatado pelas Tabelas 5, 6 e 7. De uma maneira geral, observa-se que os modelos calculados no presente trabalho fizeram boas estimativas dos valores energéticos (EMAn e EMVn) deste grupo de alimentos, quando comparados àqueles observados *in vivo*.

Conclusões

Os valores energéticos das amostras de farelo de soja 1, 2, 3, 4 e texturizado, sojas integral Jet Sploder, integral tostada e micronizada foram 2337 e 2733; 2376 e 2818; 2469 e 2766; 2437 e 2881; 2833 e 2810; 3224 e 3775; 3400 e 4001; 4104 e 4441 kcal/kg de MS, respectivamente para as EMAn determinadas com pintos e as EMVn com galos; as equações ajustadas com duas a quatro variáveis fizeram boas predições dos valores energéticos dos alimentos do grupo da soja, com valores de R² superiores a 92%; as equações com as variáveis FB e EE podem ser utilizadas para estimar os valores energéticos destes alimentos, sendo: EMAn = 2822,2 - 90,13FB + 49,96EE (R² = 0,93) e EMVn = 2857,3 - 38,29FB + 61,02EE (R² = 0,98).

Literatura Citada

- ALBINO, L.F.T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 71p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- 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, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p.303-318.
- ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; TAFURI, M.L. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves, usando diferentes métodos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.6, p.1047-1058, 1992a.
- ALBINO, L.F.T.; FIALHO, E.T.; BRUM, P.A.R. et al. Determinação dos valores energéticos de alguns alimentos para aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992b. p.330.
- AMERLIN, M.J.A.; VIEIRA-BRESSAN, M.C.R.; BENATTI, A.B. et al. Multielement determination in cattle hair infested with boophilus microplus by instrumental neutron activation analysis. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v.236, n.1-2, p.77-79, 1998.
- ARABA, M.; DALE, N.M. Evaluation of protein solubility as an indicator of overprocessing soybean meal. **Poultry Science**, v.69, n.1, p.76-83, 1990a.
- ARABA, M.; DALE, N.M. Evaluation of protein solubility as an indicator of underprocessing of soybean meal. **Poultry Science**, v.69, n.10, p.1749-1752, 1990b.
- AZEVEDO, D.M.S. **Fatores que afetam os valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos para aves**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 71p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- BATH, D.; DUNBAR, J.; KING, J. et al. Byproducts and unusual feedstuffs. **Feedstuffs**, v.71, n.31, 1999.
- BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; BAIÃO, N.C. et al. Avaliação de métodos para estimar energia metabolizável em alimentos para aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998a. p.386-388.
- BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Metodologia de Alimentação forçada em aves. I - Efeito dos níveis de consumo de alimento na avaliação da energia metabolizável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998b. p.389-391.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA e ABASTECIMENTO - MAARA; SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL - SINDIRAÇÕES; ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE RAÇÕES - ANFAR; COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL - CBNA. **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal** - São Paulo: ANFAR. 1998. p. irr. Matérias primas; padronização de matéria-prima para alimentação animal, 1998. p.1-51.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA - MAARA; SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO RURAL - SDR; DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E PRODUÇÃO ANIMAL - DTPA. **Normas e Padrões de Nutrição e Alimentação Animal**, 1996. 145p.
- DALE, N. Ingredient analysis table: 1999 edition. **Feedstuffs**, v.71, n.31, p.24-31, 1999.
- DOLZ, S.; DE BLAS, C. Metabolizable energy of meat and bone meal from Spanish rendering plants as influenced by level of substitution and method of determination. **Poultry Science**, v.71, n.2, p.316-322, 1992.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3.ed. Concórdia: CNPSA, 1991. 97p. (Documentos, 19)
- FISCHER Jr., A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.314-318, 1998.
- JANSSEN, W.M.M.A. **European table of energy values for poultry feedstuffs**. 3.ed. Beekbergen, 1989. 84p. (Spelderholt Center for Poultry Res. and Information Services).
- JORGE NETO, G. Soja integral na alimentação de aves e suínos. **Avicultura e Suinocultura Industrial**, n.988, ano 82, p.4-15, 1992.
- LESSON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 2.ed. Guelph: University Books, 1997. 350p.
- LIMA, I.L.; SILVA, D.J.; ROSTAGNO, H.S. et al. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos determinados com pintos e galos, utilizando duas metodologias. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.18, n.6, p.546-556, 1989.
- LOBLEY, G.E. Nutritional and hormonal control of muscle and peripheral tissue metabolism in farm species. **Livestock Production Science**, v.56, n.2, p.91-114, 1998.

- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Storrs, Connecticut: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11p. (Research Report, 7).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington: National Academy Press, 1994. 155p.
- NELSON, N.A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, v.153, p.375-380, 1944.
- NUNES, R.V. **Valores energéticos e de aminoácidos digestíveis da grão de trigo e seus subprodutos para aves**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 71p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- PENZ Jr., A.M.; MAGRO, N. Granulometria de rações: aspectos fisiológicos. In: SIMPÓSIO SOBRE GRANULOMETRIA DE INGREDIENTES E RAÇÕES PARA SUÍNOS E AVES, 1998, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA, 1998. p.1-12.
- RODRIGUES, P.B. **Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 204 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- ROSTAGNO, H.S. Valores de composição de alimentos e exigências nutricionais utilizados na formulação de rações para aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1990. p.11-30.
- ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (tabelas brasileiras)**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1983. 59p.
- SIBBALD, I.R. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. **Poultry Science**, v.55, n.1, p.303-308, 1976.
- SIBBALD, I.R. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, v.62, n.4, p.983-1048, 1982.
- SIBBALD, I.R.; PRICE, K.; BARRETTE, J.P. True metabolizable energy values for poultry of commercial diets measured by bioassay and predicted from chemical data. **Poultry Science**, v.59, n.4, p808-811, 1980.
- SIBBALD, I.R.; SLINGER, S.J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with evaluation of fats. **Poultry Science**, v.42, n.1, p.13-25, 1963.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 5.0. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1992. 59p. (Manual do usuário).
- WOLYNETZ, M.N.; SIBBALD, I.R. Relationships between apparent na true metabolizable energy and the effects of a nitrogen correction. **Poultry Science**, v.63, n.7, p.1386-1399, 1984.
- ZANOTTO, D.L.; MONTICELLI, C.J. Granulometria do milho em rações para suínos e aves: digestibilidade de nutrientes e desempenho animal. In: SIMPÓSIO SOBRE GRANULOMETRIA DE INGREDIENTES E RAÇÕES PARA SUÍNOS E AVES, 1998, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA, 1998, p.26-47.
- ZHANG, W.J.; CAMPBELL, L.D.; STOTHERS, S.C. An investigation of the feasibility of predicting nitrogen-corrected true metabolizable energy (TMEn) contend in barley from chemical composition and physical characteristics. **Canadian Journal of Animal Science**, v.74, n.2, 1994.

Recebido em: 03/09/01

Aceito em: 10/05/02