

Valor energético do óleo ácido de soja para aves

Ednardo Rodrigues Freitas⁽¹⁾, Nilva Kazue Sakomura⁽²⁾, Rafael Neme⁽²⁾ e Andréa Luciana dos Santos⁽²⁾

⁽¹⁾Universidade Federal do Ceará, Dep. de Zootecnia, Caixa Postal 12.168, Campus do Pici, CEP 60355-970 Fortaleza, CE. E-mail: ednardo@ufc.br

⁽²⁾Universidade Estadual Paulista, Fac. de Ciências Agrárias e Veterinárias, Dep. de Zootecnia, Via de Acesso Professor Paulo Donato Castellane, s/nº, CEP 14884-900 Jaboticabal, SP. E-mail: sakomura@fcav.unesp.br

Resumo – A escassez de valores confiáveis de energia metabolizável tem limitado o uso do óleo ácido de soja como fonte de energia, nas rações de aves. O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da idade da ave e do método de determinação nos valores de energia metabolizável do óleo ácido de soja comercial. No primeiro e segundo ensaios, foi utilizado o método da coleta total de excretas, com pintos de 12 a 20 dias de idade e com galos adultos, respectivamente. No terceiro ensaio, foi utilizado o método Sibbald com galos adultos. Em todos os ensaios, utilizou-se uma ração-referência e uma ração-teste, composta por 10% de óleo ácido de soja e 90% da ração de referência. No método da coleta total de excretas, a energia metabolizável aparente corrigida determinada foi de 7.488 e de 8.610 kcal kg⁻¹ de matéria seca para pintos e galos, respectivamente. A energia metabolizável verdadeira corrigida, determinada pelo método Sibbald, com galos, foi de 8.195 kcal kg⁻¹ de matéria seca. Os valores de energia metabolizável, determinados com galos, foram superiores aos determinados com pintos. Portanto, na formulação de rações para aves, deve-se considerar as diferenças nos valores energéticos do óleo ácido de soja, para aves jovens e adultas.

Termos para indexação: óleo ácido de soja, energia metabolizável, frangos de corte, galos.

Energetic value of soybean acid oil in poultry nutrition

Abstract – The use of soybean acid oil as energy source in poultry nutrition, has been limited by its uncertain metabolizable energy value. The objective of this work was to determine the effect of bird age and methodology on the metabolizable energy of commercial soybean acid oil. First and second trials were conducted using total collection excreta methodology with chicks of 12 to 20 days old and roosters, respectively. Third trial used the methodology of Sibbald with roosters. The treatments were reference diet and test diet (reference diet containing 10% acid oil). Values of corrected apparent metabolizable energy obtained in the first and second trials were 7,488 kcal kg⁻¹ and 8,610 kcal kg⁻¹ of dry matter basis for chicks and roosters, respectively. Corrected metabolizable energy for roosters (Sibbald method) was 8,195 kcal kg⁻¹ of dry matter. Metabolizable energy determined in experiments with roosters was higher than that determined with chicks. Formulation of diets containing soybean acid oil should consider the differences in energy contribution of soybean acid oil for young or mature birds.

Index terms: broiler, metabolizable energy, soybean acid oil, roosters.

Introdução

O uso de óleos e gorduras na alimentação de aves é um tema amplamente discutido, em razão dos benefícios que podem ser proporcionados e do alto custo que representam na ração. O óleo ácido de soja, também chamado de ácido graxo de soja, é um subproduto do refino do óleo de soja bruto para o consumo humano, e tem sido estudado como fonte de energia alternativa ao óleo de soja degomado.

Os óleos ácidos apresentam de 75% a 95% de ácidos graxos, presentes nos óleos de que se originam. Tais ácidos se encontram, principalmente, na forma de ácidos graxos livres e, em pequena proporção, na forma de

triacilgliceróis. Em razão dessa característica, os óleos ácidos têm menor digestibilidade e valor energético do que os neutros dos quais procedem (Vilá & Esteve-Garcia, 1996; Federación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 1999).

O óleo ácido de soja, assim como o óleo degomado de soja, é rico em ácidos graxos polinsaturados. É rico, também, em pigmentos amarelos (910 mg kg⁻¹ de xantofila), e pode ser considerado como uma fonte natural de pigmentos (Pardio et al., 2001). Segundo esses pesquisadores, a inclusão de 3,9% de óleo ácido de soja em uma dieta composta por sorgo e farelo de soja, promoveu pigmentação na pele de frangos de corte equivalente a 48% da obtida com um pigmento sintético.

A eficiência na formulação de rações é determinada por vários fatores, entre os quais está a precisão na determinação dos valores de composição dos alimentos e da energia. Segundo Vieira et al. (2002), no aspecto nutricional, o valor energético do óleo ácido de soja representa a maior incerteza, quando se questionam a viabilidade e a eficiência do uso desse subproduto. A falta de valores confiáveis de energia metabolizável parece ser o maior entrave para que os nutricionistas possam usar este subproduto com segurança, buscando a redução nos custos de formulação de rações para frangos de corte.

Gaiotto et al. (2000) constataram perdas no desempenho das aves que receberam dietas com óleo ácido de soja, em relação às que receberam dietas com óleo degomado. Entretanto, os autores apenas substituíram o óleo degomado pelo óleo ácido, sem fazer correções para os níveis de energia das dietas, em função da energia das fontes de gorduras utilizadas. Os resultados obtidos por esses autores indicaram diferença, para as aves, entre a energia disponível do óleo ácido e do óleo degomado de soja, e evidenciaram a necessidade de determinar os valores energéticos das gorduras, para se obter maior precisão na formulação de rações.

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da idade da ave e do método de determinação nos valores de energia metabolizável do óleo ácido de soja comercial.

Material e Métodos

Foram realizados três ensaios de metabolismo, no Setor de Avicultura do Dep. de Zootecnia da FCAV/Unesp, Campus de Jaboticabal.

Ensaio 1 – Método ‘Coleta total de excretas com pintos’

Foi utilizado o método tradicional de alimentação e coleta total de excretas, com 120 pintos de corte de 12 a 20 dias de idade, machos, da marca comercial Cobb, alojados em baterias metálicas, com aquecimento, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e seis repetições de dez aves.

O período experimental foi de oito dias: três para a adaptação das aves às rações experimentais e cinco para a coleta das excretas.

Os tratamentos consistiram em uma ração-referência (Tabela 1) e uma ração-teste composta por 90% da ração-referência e 10% do óleo ácido de soja. Na ração-teste, a substituição foi realizada com base em matéria natural.

O óleo ácido de soja foi adquirido de uma empresa que comercializa fontes de gorduras para rações e, segundo o fornecedor, apresentava no mínimo 92% de ácidos graxos totais, máximo de 2% de umidade e no mínimo 115 de índice de iodo.

A água e a ração foram oferecidas à vontade – os comedouros foram abastecidos três vezes ao dia.

Para a coleta das excretas foram instaladas, sob as baterias, bandejas de alumínio previamente revestidas com plástico. Para assegurar que as excretas coletadas fossem apenas as provenientes do período de avaliação, foi adicionado 1% de óxido férrico nas rações, no primeiro e no último dia de coleta.

As coletas de excretas foram realizadas duas vezes ao dia, no início da manhã e final da tarde. Uma vez coletadas, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas por repetição e congeladas. No final do período experimental, foram determinadas as quantidades de ração consumida e total de excreta

Tabela 1. Composição porcentual e calculada da ração-referência.

Ingrediente	Quantidade (%)
Milho	63,717
Farelo de soja	32,431
Calcário	1,027
Fosfato bicálcico	1,694
Mistura mineral ⁽¹⁾	0,050
Mistura vitamínica ⁽²⁾	0,300
L-Lisina HCl	0,175
DL-Metionina 99%	0,204
Sal comum	0,402
Total	100,000
Composição calculada	
Proteína bruta (%)	20,517
Energia metabolizável (kcal kg ⁻¹)	2,900
Cálcio (%)	0,908
Fósforo disponível (%)	0,426
Sódio (%)	0,201
Fibra bruta (%)	3,162
Lisina (%)	1,198
Metionina (%)	0,521
Metionina + cistina (%)	0,850
Treonina (%)	0,788
Triptofano (%)	0,249

⁽¹⁾Suplemento mineral (quantidade/kg do produto): Mn, 150.000 mg; Zn, 100.000 mg; Fe, 100.000 mg; Cu, 16.000 mg; I, 1.500 mg. ⁽²⁾Suplemento vitamínico (quantidade/kg do produto): vit. A, 2.666.000 UI; vit. B1, 600 mg; vit. B2, 2.000 mg; vit. B6, 933,10 mg; vit. B12, 4.000 µg; vit. D3, 666,50 mg; vit. E, 5.000 UI; vit. K, 600 mg; ácido fólico, 333,25 mg; ácido pantotênico, 5.000 mg; biotina, 20 mg; colina, 133.330 mg; niacina, 13.333 mg; selênio, 100 mg; antioxidante, 7,5 g; coccidiostático, 33,332 g; promotor de crescimento, 20 g; veículo q.s.p., 1.000 g.

produzida. Após o descongelamento à temperatura ambiente, as excretas de cada repetição foram homogeneizadas para a retirada de uma amostra, que foi secada em estufa, de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas. Em seguida, as amostras foram moídas e levadas ao laboratório. Nas amostras de excretas e ração, foram avaliados os teores de matéria seca, nitrogênio e extrato etéreo, segundo método descrito por Silva & Queiroz (2002). A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica adiabática (Modelo MS 10 A, Reichel e Partner, GmbH, Alemanha).

Com base nos resultados das análises, foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE), os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para nitrogênio (EMAn), utilizando-se as fórmulas propostas por Matterson et al. (1965).

Ensaio 2 – Método ‘Coleta total de excretas com galos’

Neste ensaio, foi utilizado o método tradicional de alimentação e coleta total de excretas, porém com galos adultos. Foram utilizados 28 galos adultos da linhagem Isa Brown com peso médio de 3.170 ± 204 g. As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e sete repetições de duas aves.

O período experimental foi de oito dias: três para a adaptação das aves às rações experimentais, manejo e gaiolas e cinco para a coleta das excretas.

O ensaio 2 seguiu os mesmos procedimentos do ensaio 1.

Ensaio 3 – Método ‘Alimentação forçada com galos (Sibbald)’

O método utilizado neste ensaio foi o da alimentação forçada, descrito por Sibbald (1976). Foram utilizados 30 galos adultos da linhagem Isa Brown, com peso médio de 3.170 ± 204 g, alojados individualmente em gaiolas experimentais. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e cinco repetições de duas aves.

Os tratamentos consistiram nas rações usadas no ensaio 1, mais um grupo de aves submetidas ao jejum, para a determinação das perdas endógenas e metabólicas.

Os galos foram submetidos a um período de cinco dias de adaptação às gaiolas e às rações experimentais, tendo recebido ração e água à vontade. No início do período de adaptação, uma argola plástica de 2,5 cm de

diâmetro foi suturada, com fio de náilon, junto à pele da cloaca dos galos; tal argola funcionou como adaptador, para acoplar um saquinho de plástico para a coleta das excretas. A fixação do saco de plástico foi feita com o uso de uma borracha do tipo atilho, dobrada sobre si, para atingir a pressão necessária.

Antes da ingestão forçada dos alimentos, os galos foram submetidos a jejum de 24 horas, para a limpeza do trato digestivo. Após esse período, os galos foram forçados a ingerir 30 g das rações experimentais, fornecidas em duas vezes (8 e 16 h), para evitar a regurgitação. A alimentação forçada foi realizada com o auxílio de um funil (Sibbald, 1976), introduzido diretamente no papo das aves. Paralelamente, um grupo permaneceu em jejum.

Os galos foram mantidos em suas respectivas gaiolas; a coleta de excretas foi iniciada imediatamente, com a colocação do saco de plástico coletor. Por segurança, foram colocadas bandejas coletoras sob as gaiolas, em todos os tratamentos.

A coleta das excretas foi realizada duas vezes ao dia, durante o período de 56 horas, sendo encerrada, exatamente, 48 horas após a última ingestão forçada de cada alimento. As excretas coletadas foram identificadas por repetição e congeladas. No final do período experimental, após o descongelamento à temperatura ambiente, foram determinadas as quantidades de excretas produzidas em cada repetição. Estas foram homogeneizadas, para a retirada das amostras, que foram submetidas aos mesmos procedimentos de preparação e análises utilizadas no ensaio 1.

Com base nos resultados das análises, foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade aparente (CMEEA) e verdadeiro (CMEEV) do extrato etéreo, e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para nitrogênio (EMAn). Foram calculados, também, os valores de energia metabolizável verdadeira (EMV), e verdadeira corrigida para nitrogênio (EMVn), segundo Sibbald (1976).

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o programa SAS (1996) e o procedimento GLM, para um modelo inteiramente ao acaso. As médias foram comparadas pelo teste SNK (5%).

Resultados e Discussão

Foram obtidas diferenças significativas entre os valores do CMEEA do óleo ácido de soja, pelos diferentes métodos. O valor determinado para pintos foi inferior

ao obtido para galos, pelo método tradicional ou de alimentação forçada. Entre os resultados obtidos para galos, em ambos os métodos, não se verificaram diferenças significativas (Tabela 2).

A diferença entre o CMEE obtido para pintos e galos pode ser explicada pela influência da idade na digestibilidade da gordura. Segundo Freeman (1984), as aves jovens apresentam menor capacidade de produção de lipase pancreática e deficiência na produção de bile. Com isso, a digestão e a absorção das gorduras são menores. Esse quadro é revertido com o avanço da idade (Noy & Sklan, 1995).

No método Sibbald, comparando-se o CMEEA ao CMEEV, observou-se que, feitas as correções pelas perdas endógenas e metabólicas, o aumento na digestibilidade, em favor do coeficiente verdadeiro, foi de apenas 0,26%. Isso pode ser atribuído à baixa proporção de gordura nas excretas das aves em jejum. Resultados semelhantes foram obtidos por Café et al. (2000), quando avaliaram o CMEEA e CMEEV para as sojas integrais, submetidas a diferentes processamentos térmicos.

Não houve diferença significativa entre os valores de EMA, determinados pelos diferentes métodos. Os valores absolutos da EMA determinada com galos, em ambos os métodos, foram superiores aos determinados com pintos (Tabela 3).

Os valores de EMAN, determinados pelos diferentes métodos, diferiram significativamente, evidenciando que a retenção do nitrogênio varia com a idade da ave e com o tipo de alimentação utilizada nos ensaios de metabolismo (Tabela 3). A diferença no aproveitamento da energia dessa fonte de gordura, em função da idade da ave, pode ser atribuída às diferenças observadas, entre pintos e galos, no aproveitamento do extrato etéreo, que foi maior para os galos (Tabela 2).

O valor de EMAN determinado com galos pelo método tradicional foi significativamente superior aos obti-

dos com galos pelo método Sibbald. Sakomura (1996) e Nascimento et al. (2002) também constataram valores superiores de EMAN para os alimentos estudados, quando estes foram determinados pelo método tradicional, com galos, em relação ao método Sibbald com galos.

Segundo Albino et al. (1992), para um mesmo alimento, o método tradicional apresenta vantagem em relação ao Sibbald, na determinação da EMA e EMAN. Isso pode ser explicado pela diferença na influência das perdas de energia fecal metabólica (EFm) e energia urinária endógena (EUE), sobre os valores de EMA e EMAN. No método tradicional, em níveis normais de consumo de alimento, as perdas de EFm e EUE são pequenas, em relação à excreção de energia proveniente dos alimentos, e têm pouca influência nos valores de EMA e EMAN (Shires et al., 1980). Entretanto, devido à baixa ingestão de alimento pelas aves no método Sibbald, essas perdas são proporcionalmente maiores e resultam em diminuição dos valores de EMA e EMAN (Lima et al., 1989; Albino et al., 1992).

Quando são realizadas as correções para EFm e EUE no cálculo da EMV pelo método Sibbald, o efeito da baixa ingestão de alimento é eliminado e o valor de EMV ou EMVn é maior que o valor de EMA ou EMAN. Na literatura (Shires et al., 1980; Lima et al., 1989; Albino et al., 1992; Sakomura, 1996; Nascimento et al., 2002), verifica-se o mesmo comportamento de resultados, o que é esperado, segundo o princípio do método desenvolvido por Sibbald (1976).

Por outro lado, os valores de EMV foram superiores aos de EMVn. Essa diferença é atribuída à maior perda de nitrogênio endógeno, pelas aves em jejum, em comparação às alimentadas. Como esse valor é subtraído da energia da excreta das aves alimentadas, os valores de EMVn tornam-se menores que os valores de EMV (Shires et al., 1980; Dale & Fuller, 1984; Albino et al., 1992; Francheschi et al., 2002).

Tabela 2. Coeficientes de metabolizabilidade aparente e verdadeira (%) do extrato etéreo do óleo ácido de soja, determinados por diferentes métodos⁽¹⁾.

Método	Coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (%)	
	Aparente	Verdadeiro
Tradicional - pintos	85,81±2,39b	-
Tradicional - galos	91,62±1,53a	-
Sibbald - galos	90,92±1,78a	91,18±1,78
CV (%)	2,14	1,96

⁽¹⁾Na coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste SNK.

Tabela 3. Valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAN), verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida (EMVn) do óleo ácido de soja, determinados por diferentes métodos e expressos em kcal kg⁻¹ de matéria seca⁽¹⁾.

Energia	Métodos			CV (%)
	Tradicional		Sibbald	
	Pintos	Galos	Galos	
EMA	7.679±50,86a	7.913±136,95a	7.821±319,14a	2,41
EMAN	7.488±44,42c	8.610±82,18a	7.975±95,37b	0,94
EMV	-	-	8.553±319,14	3,73
EMVn	-	-	8.195±95,08	1,16

⁽¹⁾Na linha, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste SNK.

Comparando-se a energia metabolizável do óleo ácido determinado com galos, pelos dois métodos, observa-se que a EMAn determinada pelo método tradicional, foi cerca de 4,8% superior à EMVn determinada pelo método Sibbald. Sakomura (1996) observou maior valor de EMAn, em relação à EMVn, para a soja extrusada (3.720 kcal de EMAn kg^{-1} x 3.520 kcal de EMVn kg^{-1} de matéria natural) e soja micronizada (4.290 kcal de EMAn kg^{-1} x 4.170 kcal de EMVn kg^{-1} de matéria natural).

Os valores de EMAn do óleo ácido, com base em matéria natural, obtidos para pintos (7.338 kcal kg^{-1}) e galos (8.438 kcal kg^{-1}), pelo método tradicional, são próximos aos apresentados pelas normas da Federación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (1999), de 7.360 kcal kg^{-1} para pintos até 21 dias de idade, e 8.450 kcal kg^{-1} , para poedeiras e frangos após 21 dias de idade. Comparando-se estes valores ao valor médio de EMAn – 8.790 kcal kg^{-1} – do óleo degomado de soja, proposto por Rostagno et al. (2000), verifica-se que esse subproduto apresenta um valor energético cerca de 16,52% e 4,01% inferior ao do óleo de soja, quando determinado pelo método tradicional com pintos e galos, respectivamente.

Avaliando-se dietas que contêm óleo ácido de soja e óleo degomado de soja, Vieira et al. (2002) observaram melhor aproveitamento da energia pelos frangos alimentados com as dietas contendo óleo degomado. Entretanto, o valor de EMAn obtido por esses autores para o óleo ácido de soja (8.114 kcal kg^{-1} de matéria seca) foi cerca de 5% inferior ao do óleo degomado, para frangos de corte a partir de 28 dias de idade, o que é inferior ao obtido neste experimento.

O menor valor de energia metabolizável, para o óleo ácido de soja e outros óleos ácidos, em relação aos valores de EM dos óleos neutros de mesma origem, tem sido atribuído à composição dos óleos ácidos, que são predominantemente de ácidos graxos livres (Vilá & Esteve-Garcia, 1996; FEDNA, 1999; Gaiotto et al., 2000; Vieira et al., 2002).

Conforme Vieira et al. (2002), a absorção de gorduras neutras pelas aves é dependente da hidrólise dos triglicerídeos, pela lipase pancreática, e da emulsificação dos monoglicerídeos e ácidos graxos livres, pela bile. Esse processo é favorecido pela presença de diglicerídeos, resultantes da hidrólise dos triglicerídeos, que ativam a secreção de bile, necessária para a formação das micelas (Sklan, 1979).

Segundo Garrett & Young (1975), a presença de ácidos graxos esterificados com o glicerol, é um requisito

importante para a formação de micelas durante a emulsificação das gorduras e está diretamente relacionada à melhoria da absorção destas. Sklan (1979) observou menor proporção de micelas no intestino delgado de frangos de corte que, alimentados com óleo ácido, tiveram redução da capacidade de absorção dessa gordura.

Nesse contexto, a menor proporção de gordura total na forma de triglicerídeos e a maior proporção de ácidos graxos livres podem ter prejudicado os mecanismos de ativação da secreção de bile e formação das micelas, reduzindo a digestibilidade e a disponibilidade de energia dessa fonte de gordura. Os resultados obtidos nessa pesquisa indicam que os efeitos negativos são maiores em aves jovens que em adultas. Reduções na digestibilidade e disponibilidade de energia da gordura em razão do aumento da quantidade de ácidos graxos livres também foram observadas por Wiseman & Salvador (1991) e Vilá & Esteve-Garcia (1996).

Conclusões

1. Na formulação de rações para aves, devem ser consideradas as diferenças nos valores energéticos do óleo ácido de soja, para aves jovens e adultas.
2. Com galos, o valor de energia metabolizável para o óleo ácido de soja determinado pelo método de coleta total, apresenta superioridade em relação ao determinado pelo método da alimentação forçada.

Referências

- ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; TAFURI, M.L.; SILVA, M.A. 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, p.1047-1058, 1992.
- CAFÉ, M.B.; SAKOMURA, N.K.; JUNQUEIRA, O.M.; CARVALHO, M.R.B.; DEL BIANCHI, M. Determinação do valor nutricional das sojas integrais processadas para aves. **Revista Brasileira de Ciências Avícolas**, v.2, p.67-74, 2000.
- DALE, N.; FULLER, H.L. Correlation of protein content of feedstuffs with the magnitude of nitrogen correction in true metabolizable energy determination. **Poultry Science**, v.6, p.1008-1012, 1984.
- FEDERACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL. **Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos**. Madrid: Peninsular, 1999. 496p.
- FRANCHESCH, M.; BERNARD, K.; McNAB, J.M. Comparison of two direct bioassays using 3-week-old broilers to measure the

- metabolizable energy of diets containing cereals high in fiber: differences between true and apparent metabolizable energy values. **British Poultry Science**, v.44, p.580-587, 2002.
- FREEMAN, C.P. The digestion, absorption and transport of fats non-ruminants. In: WISEMAN, J. (Ed.). **Fats in Animal Nutrition**. London: Butterworths, 1984. p.105-122.
- GAIOTTO, J.B.; MENTEN, J.F.M.; RACANICCI, A.M.C. LAFIGLIOLA, M.C. Óleo de soja, óleo ácido de soja e sebo bovino como fontes de gorduras em rações de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciências Avícolas**, v.2, p.219-227, 2000.
- GARRETT, R.L.; YOUNG, R.J. Effect of micelle formation on the absorption of neutral fat and fatty acids by the chicken. **Journal of Nutrition**, v.105, p.827-838, 1975.
- LIMA, I.L.; SILVA, D.J.; ROSTAGNO, H.S.; TAFURI, M.L. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos determinados com pintos e galos, utilizando duas metodologias. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.18, p.546-556, 1989.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, N.W.; SINGSEN, E.P. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Storrs: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11p. (Research Report, 7).
- NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; ROBLEDO, A.T. Composição química e valores de energia metabolizável das farinhas de penas e vísceras determinados por diferentes metodologias para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1409-1417, 2002.
- NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, v.74, p.366-373, 1995.
- PARDIO, V.T.; LANDIN, L.A.; WALISZEWSKI, K.N.; BADILLO, C.; PEREZ-GIL, F. The effect of acidified soapstocks on feed conversion and broiler skin pigmentation. **Poultry Science**, v.80, p.1236-1239, 2001.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2000. 141p.
- SAKOMURA, N.K. **Estudo do valor nutricional das sojas integrais processadas e de sua utilização na alimentação de frangos e poedeiras**. 1996. 178p. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). **SAS/STAT: user's guide**, version 6, 11th ed. Cary, 1996. 842p.
- SHIRES, A.; ROBLEE, A.R.; HARDIN, R.T.; CLANDININ, D.R. Effect of the age of chickens on the true metabolizable energy values of feed ingredients. **Poultry Science**, v.59, p.396-403, 1980.
- SIBBALD, I.R. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. **Poultry Science**, v.55, p.303-308, 1976.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 165p.
- SKLAN, D. Digestion and absorption of lipids in chicks fed triglycerides or free fatty acids: synthesis of monoglycerides in the intestine. **Poultry Science**, v.58, p.885-889, 1979.
- VIEIRA, S.L.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; FERNANDES, L.M.; EBERT, A.R.; EICHNER, G. Utilização da energia de dietas para frangos de corte formuladas com óleo ácido de soja. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, p.127-139, 2002.
- VILÁ, B.; ESTEVE-GARCIA, E. Studies on acid oils and fatty acids for chickens: 1. Influence of age, rate inclusion and degree of saturation on fat digestibility and metabolizable energy of acid oils. **British Poultry Science**, v.37, p.105-117, 1996.
- WISEMAN, J.; SALVADOR, F. The influence of free fatty acid content and degree of saturation on the apparent metabolizable energy value of fats fed to broilers. **Poultry Science**, v.70, p.573-582, 1991.

Recebido em 24 de dezembro de 2003 e aprovado em 28 de dezembro de 2004