



## Revista Brasileira de Ciência Avícola

Print version ISSN 1516-635X

On-line version ISSN 1806-9061

Rev. Bras. Cienc. Avic. vol.2 no.1 Campinas Jan./Apr. 2000






<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2000000100010>

# Determinação do Valor Nutricional das Sojas Integrais Processadas para Aves



## *Determination of the Nutritional Values of Processed Full-Fat Soybeans for Poultry*

### Services on Demand

#### Article

-  Article in xml format
-  Article references
-  How to cite this article
-  Automatic translation
-  Send this article by e-mail

#### Indicators

-  Cited by SciELO
-  Access statistics

#### Related links

#### Share

More 

More

 Permalink

### Autor(es) / Author(s)

Café MB<sup>1</sup>  
Sakomura NK<sup>2</sup>  
Junqueira OM<sup>2</sup>  
Carvalho MRB<sup>2</sup>  
Del Bianchi M<sup>3</sup>

1 - Prof. na Escola de Veterinária da UFG

2 - Professores na FCAV / UNESP - Jaboticabal

3 - Prof. no Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal

### Correspondência / Mail Address

Nilva K. Sakomura

Depto. de Zootecnia  
FCAV / UNESP - Jaboticabal - SP  
- Brasil

E-mail:

[sokomura@fcav.unesp.br](mailto:sokomura@fcav.unesp.br)

### RESUMO

Três ensaios biológicos foram realizados com o objetivo de determinar o conteúdo de energia metabolizável e do coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo da soja integral processada por diferentes métodos (extrusão e tostagem) e do farelo de soja reconstituído com óleo. No primeiro e segundo ensaios, foram utilizadas a metodologia tradicional de coleta total de excretas, utilizando pintos no primeiro ensaio e galos no segundo. No terceiro ensaio, empregou-se a metodologia de alimentação forçada (Sibbald, 1976) com galos adultos. De acordo com os resultados obtidos, as sojas testadas apresentaram composições bromatológicas semelhantes. Os processamentos usados para a soja integral conferiram diferenças na digestibilidade dos nutrientes da soja e os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo obtidos para a soja extrusada e para o farelo de soja com adição de óleo foram superiores aos obtidos para soja tostada pelo vapor. Os valores de energia metabolizável obtidos para a soja extrusada foram superiores aos encontrados para a soja tostada pelo vapor e para o farelo de soja com adição de óleo, que foram semelhantes entre si.

**ABSTRACT****Unitermos / Keywords**

digestibilidade, energia  
metabolizável, soja integral,  
soja extrusada, soja tostada

*digestibility, full-fat soybean,  
metabolizable energy, soybean  
extruded, soybean roasted*

**Observações / Notes**

Parte integrante de projeto  
temático financiado pela FAPESP

Parte da dissertação de  
mestrado do primeiro autor  
apresentada à FCAV - UNESP -  
Jaboticabal

*Three-assay birds were conducted to evaluate the contents of metabolizable energy and ether extract digestibility of processed full-fat soybeans by extrusion, by toast and of the soybean meal plus oil. Two assays were carried out by using the traditional total excreta collection by chicks and by rooster, and the other assay was developed by using the force-feeding adult rooster method (Sibbald, 1976). The results showed that the feed composition of the soybean-tested were similar. The different processing caused differences on digestibility of the nutrients of the soybeans tested and the value of coefficients of the nutrients in extruded soybean and soybean meal plus oil were higher than that heated soybean. The value of metabolizable energy was superior in extruded soybean.*

**INTRODUÇÃO**

Desde o início do século, com os trabalhos de Osborne & Mendel (1917) sobre o valor nutritivo da soja realizados com ratos, reconhece-se a necessidade do tratamento térmico na viabilização dessa leguminosa para alimentação de animais monogástricos. A partir destes trabalhos, vários pesquisadores se dedicaram a estudar os fatores anti-nutricionais da soja, entre os quais os mais importantes são: os inibidores de proteases ou anti-trípticos (Bowman, 1944; Kunitz, 1945; Birk *et al.*, 1963 e Liener & Kakade, 1980), e as hemaglutininas ou lectinas (Liener, 1951 e Jaffé, 1980).

Com a identificação dos fatores anti-nutricionais da soja e com o reconhecimento da necessidade do tratamento térmico para desativação de tais compostos, as indústrias de extração de óleo se equiparam para produzir o farelo de soja sob condições adequadas para o uso dessa matéria prima nas rações animais.

Com o grande aumento da produção de aves, quando a velocidade de crescimento e a eficiência alimentar vem sofrendo melhorias a cada ano, rações com maiores densidades nutricionais são requeridas para fazer face às novas exigências dietéticas das aves. Assim, a soja integral, devido a suas características nutritivas de alta quantidade e qualidade protéica (38 a 42% PB), aliada a uma alta concentração energética (18 a 20% EE), passou a ser encarada como importante matéria prima na fabricação de rações para aves.

A necessidade do tratamento térmico da soja integral para sua utilização na alimentação de animais monogástricos fez com que fossem desenvolvidos vários tipos de processamentos visando a inativação dos fatores anti-nutricionais. Waldroup (1982) relata que os principais métodos de processamento da soja integral para uso comercial são a extrusão e a tostagem a seco. Jorge Neto (1992) descreve sete métodos de processamento da soja: tostagem por tambor rotativo, por vapor úmido, por vapor seco e por "jet sploder", micronização, microondas e extrusão úmida ou seca.

O valor energético da soja integral processada para aves depende do tipo de processamento empregado. No entanto, em termos gerais, o conteúdo de energia metabolizável (EM) oscila entre 3.300 e 4.273 kcal/kg. (Navarro, 1991).

O NRC (1984) apresenta o valor de 3.300 kcal de EM/kg para o grão de soja tostado, enquanto a tabela da EMBRAPA (1991) exhibe o valor de 3.467 kcal/kg. Wisemam (1983) apresenta resultados mostrando que o processo de extrusão proporciona à soja valores de

EM mais altos (4.282 kcal/kg) do que os processos "jet sploder" (3.516 kcal/kg) e tostagem (3.732 kcal/kg). Trabalhando com a metodologia de alimentação forçada, Parsons *et al.* (1981) encontraram valores de EM verdadeira para o farelo de soja de 3.003 kcal/kg.

Albino *et al.* (1992) determinaram valores de EM aparente (EMA) e verdadeira (EMV) para a soja integral tostada e farelo de soja. Para a apuração dos valores de EMA, os autores utilizaram a metodologia de coleta total de excretas, enquanto que para a determinação de valores de EMV foi utilizada a metodologia de alimentação forçada. Os valores obtidos pelos autores para a soja tostada foram: 3.280 kcal de EMA/kg e 3.890 kcal de EMV/kg.

O presente trabalho teve por objetivo determinar os valores energéticos, bem como os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo e da matéria seca da soja integral processada, utilizando aves jovens e adultas em diferentes metodologias.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram testados dois tipos de sojas integrais processadas, disponíveis no mercado de matérias-primas de rações animais: soja integral extrusada (Nutremix Premix e Rações Ltda. Monte Alto, SP), e a soja integral tostada (Agropastoril Ltda. - Lapa, PR). O farelo de soja foi reconstituído com óleo, para comparação com as sojas integrais. A reconstituição lipídica do farelo de soja foi feita para aproximar a composição das sojas integrais, na proporção de 17 partes de óleo de soja para 83 partes de farelo, com base na matéria natural.

As análises de matéria seca, extrato etéreo, nitrogênio, matéria mineral, fibra bruta, macro e microminerais das sojas estudadas, foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Nutrição Animal e Pastagens da UNESP-Jaboticabal, conforme metodologia descrita por Silva (1981). A energia bruta foi determinada no Laboratório de Nutrição Animal do Centro Nacional de Pesquisas de Suínos e Aves da EMBRAPA - Concórdia, SC, através de bomba calorimétrica tipo "Parr".

As análises químicas para determinação da presença de lectinas foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia/UNESP - Jaboticabal. A atividade hemaglutinante foi determinada empregando-se a metodologia descrita por Junqueira & Sgarbieri (1981). A solubilidade da proteína da soja em hidróxido de potássio (KOH) a 0,2 % foi determinada conforme metodologia proposta por Araba & Dale (1990) e a atividade ureática das sojas estudadas foi determinada segundo metodologia recomendada pela ANFAR (1992).

Três ensaios biológicos foram conduzidos, no Aviário Experimental do Departamento de Zootecnia da FVAV / UNESP- Campus de Jaboticabal, afim de determinar o conteúdo em energia metabolizável e os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo e da matéria seca de dois tipos de soja integral processada (extrusada e tostada) e do farelo de soja reconstituído de óleo (farelo de soja + óleo).

Dois ensaios foram realizados com a Metodologia Tradicional de Coleta Total, com pintos e galos, para determinar a energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e os coeficientes de digestibilidade aparente do extrato etéreo (CDEEap) e da matéria seca (CDMSap) das sojas integrais processadas e do farelo de soja com adição de óleo. O outro ensaio foi conduzido pela metodologia da alimentação forçada com galos, descrita por Sibbald (1976) para determinar a energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) e os coeficientes de digestibilidade verdadeiro do extrato etéreo (CDEEv) e da matéria seca (CDMSv).

No primeiro ensaio, foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas, com pintos de corte aos 21 dias de idade, com duração de 8 dias, sendo 3 para adaptação e 5 para coleta de excretas. Foram utilizados 200 pintos da linhagem Hubbard, distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso, para testar 4 tratamentos (3 tipos de soja e 1 ração referência), com 5 repetições e 10 aves por unidade experimental.

As sojas integrais extrusadas e tostadas, o farelo de soja + óleo substituíram, em 40%, uma ração referência a base de milho e soja, de forma que a ração teste era composta por 60%

da ração referência e 40% da soja a ser testada, com base na matéria natural.

No segundo ensaio, utilizou-se o método tradicional de coleta total de excretas com galos adultos da linhagem Arbor Acres, com 25 semanas de idade e peso médio de 4,5 kg.

O ensaio teve duração de 8 dias, sendo 3 para adaptação e 5 para coleta de excretas. Vinte e oito aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, com 4 tratamentos (3 tipos de soja e 1 ração-referência), 7 repetições de 1 ave por unidade experimental. As sojas testadas foram as mesmas do ensaio anterior e substituíram 40% de uma ração-referência (a mesma utilizada no ensaio 1).

O terceiro ensaio foi conduzido utilizando-se a metodologia de alimentação forçada descrita por Sibbald (1976), com galos da linhagem Arbor Acres com 26 semanas de idade e peso médio de 4,5 kg.

Vinte e oito galos foram distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso, em 4 tratamentos (3 tipos de soja e um grupo jejum), 7 repetições e 1 ave por unidade experimental. Os alimentos testados e as condições de alojamento dos galos foram as mesmas do ensaio 2.

Antes da ingestão forçada dos alimentos, os galos foram submetidos a um jejum de 36 horas para limpeza do trato gastrointestinal. Após o jejum, foram forçados a ingerir 30 gramas das sojas testadas de uma única vez. A ingestão forçada foi feita com o auxílio de um funil de dimensões e características próprias (Sibbald, 1986), introduzido diretamente no papo das aves.

As análises estatísticas dos parâmetros avaliados em cada ensaio foram realizadas de acordo com um delineamento inteiramente ao acaso, com 3 tratamentos (2 tipos de soja e farelo de soja), o número de repetições e número de aves por repetição, de acordo com o ensaio. Os dados foram analisados pelo programa ESTAT, desenvolvido pelo Departamento de Ciências Exatas da UNESP - Jaboticabal. A comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey (5%).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Composição Bromatológica das Sojas e Parâmetros de Controle de Qualidade das Sojas

As composições químicas, em energia bruta, macro e microminerais e das sojas testadas, encontram-se nas [Tabelas 1](#) e [2](#). De maneira geral, os valores encontrados se assemelham à composição proposta pela literatura nacional (EMBRAPA, 1991) e estrangeira (NRC, 1994) estipulados para soja integral processada a calor.

**Tabela 1 - Composição Bromatológica e Valores de Energia Bruta das Sojas Integrais Processadas e do Farelo de Soja.<sup>1</sup>**

Composição	Soja Extrusada	Soja Tostada	Farelo de Soja <sup>2</sup>
Matéria Seca (%)	93,83	87,84	87,82
Proteína Bruta (%)	37,83	34,93	45,27
Extrato Etéreo (%)	19,55	18,67	1,92
Fibra Bruta (%)	4,59	4,31	4,93
Matéria Mineral (%)	4,57	4,37	5,38
Energia Bruta (kcal/kg)	5.296	4.935	4.027

1 - Valores Expressos com base na Matéria Natural.

2 - Sem reconstituição de óleo

**Tabela 2** - Composição de Macro e Microminerais das Sojas Integrais Processadas e do Farelo de Soja.<sup>1</sup>

Minerais	Soja Extrusada	Soja Tostada	Farelo de Soja
Cálcio (%)	0,47	0,39	0,40
Fósforo (%)	0,48	0,49	0,49
Potássio (%)	1,76	1,61	2,20
Magnésio (%)	0,33	0,26	0,30
Cobre (ppm)	18	32	33
Ferro (ppm)	20	24	29
Manganês (ppm)	47	37	41
Zinco (ppm)	61	54	59

1 - Valores Expressos com base na Matéria Natural.

A composição bromatológica dos alimentos pode ser influenciada por vários fatores como solo, clima, variedade genética e segundo Albino *et al.* (1987) o processamento.

Nesta pesquisa, verificam-se pequenas variações na composição química entre as sojas integrais. A soja extrusada apresentou valores um pouco superiores aos da soja tostada, sendo explicado pelo maior teor de matéria seca da soja extrusada, tendo em vista que os valores foram expressos na matéria natural. A composição em proteína bruta, fibra bruta, matéria mineral e extrato etéreo, também se assemelham aos dados propostos para a soja integral, pelas tabelas nacionais e estrangeiras.

Os resultados de energia bruta obtidos para as sojas estudadas em kcal/kg MS são semelhantes aos valores apresentados por McNab (1985) para soja extrusada de 5.653 kcal/kg MS e soja tostada de 5.627 kcal/kg MS.

A [Tabela 3](#) apresenta os parâmetros de controle de qualidade das sojas testadas, avaliado pela atividade ureática, atividade hemaglutinante e solubilidade da proteína. O controle de qualidade das sojas integrais processadas tem como objetivo verificar se fatores antinutricionais presentes na soja crua, principalmente os inibidores de tripsina e hemaglutininas foram adequadamente reduzidos, assim como, verificar se a qualidade da proteína foi mantida.

**Tabela 3** - Atividade Ureática, Atividade Hemaglutinante e Solubilidade da Proteína das Sojas Processadas e do Farelo de Soja.

SOJA	Urease <sup>1</sup> (dif pH)	Solubilidade da Proteína. (%)	Atividade Hemaglutinante <sup>1</sup> UH/mg PB.10 <sup>-10</sup>
Extrusada	0,06	83,39	6,41
Tostada	0,44	83,98	16,13
Farelo de Soja	0,08	84,29	6,29

1 - UH = Unidade Hemaglutinante por mg de proteína

Várias técnicas químicas e biológicas têm sido propostas para esses objetivos. Monari (s.d.) cita a determinação da atividade dos inibidores de tripsina, teste da urease, disponibilidade da lisina, utilização da proteína e valor biológico. No entanto, devido à complexidade e dificuldade de padronização destes métodos, os testes mais utilizados têm sido a atividade ureática e a solubilidade da proteína.

Nos trabalhos realizados por Dale (1991) verifica-se uma correlação direta entre a atividade ureática, inibidores de tripsina e ganho de peso, indicando que a atividade ureática como medida indireta da inativação dos fatores antinutricionais é bastante eficiente. Parsons (1992) relata que não há consenso entre os nutricionistas sobre um índice específico de urease como parâmetro de qualidade ótima da soja. Muitos técnicos recomendam que o índice de urease deve estar entre 0,05 e 0,2 unidades de pH, embora o padrão recomendado pela ANFAR (1992), aceite uma variação de 0,05 a 0,30, para o farelo de soja.

Considerando essas observações, os índices de atividade ureática relacionados na [Tabela 3](#) para as sojas integrais e farelo de soja testados no presente trabalho encontram-se dentro da faixa aceitável. Contudo, a atividade ureática encontrada para a soja tostada (0,44) encontra-se acima da recomendação da literatura. A soja tostada utilizada no presente experimento foi submetida a um processamento, no qual a soja crua recebia vapor a uma temperatura de 150°C durante 17 minutos. Na saída do processador, a soja se apresentava com uma umidade de 19% e uma temperatura de 100°C. Após a tostagem, a soja era resfriada e secada, de modo que a umidade do produto final se estabilizasse em  $\pm 12\%$ . Após o resfriamento, a soja era moída em moinho de martelo com peneira de 4mm. Pelo resultado da atividade ureática apresentado pela soja tostada, pode-se afirmar que ela foi subaquecida.

Por outro lado, o calor excessivo pode afetar a qualidade das proteínas. O prejuízo ocorre pela oxidação do enxofre da cistina e metionina, e pela reação dos grupos aminos e carboxilos da lisina com aldeídos que formam ligações cruzadas (reação de Maillard).

Parsons (1992) relata que o índice de urease não deve ser inferior a 0,05, para assegurar que o farelo de soja não seja superaquecido. Entretanto, esta recomendação tem sido questionável, porque vários pesquisadores têm demonstrado que muitas vezes o farelo de soja produzido pelas indústrias com nível zero de urease tem apresentado ótima qualidade.

Dale (1991) também relata que o teste de urease proporciona informação muito limitada para detectar farelos de soja superprocessados. Os valores de urease são reduzidos rapidamente a zero quando o farelo de soja pode estar ou não superprocessado. De tal forma que não havendo uma escala negativa no sistema de urease, os valores obtidos não indicam diferentes graus de superprocessamento. Portanto, outro teste para avaliar o superaquecimento do farelo torna-se necessário. O teste mais usado para este propósito tem sido a solubilidade de proteína em KOH. Os trabalhos realizados por Araba & Dale (1990) indicam que a solubilidade da proteína em KOH é um parâmetro bastante sensível para avaliar o superaquecimento do farelo e a solubilidade abaixo de 70% indica que o farelo foi superaquecido.

Segundo Dale (1991), a faixa de variação da solubilidade de 73 a 85% parece ser consistente com o ótimo processamento da soja. Assim, os resultados obtidos de solubilidade da proteína para as sojas testadas neste trabalho, se encontram de acordo com a variação permitida, indicando que não houve sub ou superaquecimento nos processamentos das sojas.

### **Coefficientes de Digestibilidade do Extrato Etéreo das Sojas**

Na [Tabela 4](#) são apresentados os coeficientes de digestibilidade aparente (CDEEap) e verdadeira (CDEEv) do extrato etéreo das sojas integrais e do farelo de soja com adição de óleo. Verifica-se que os resultados foram semelhantes entre os ensaios realizados com galos pela metodologia tradicional e Sibbald. Os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeira obtidos para a soja extrusada e FS + óleo foram semelhantes, mas superiores aos determinados para a soja tostada.

**Tabela 4** - Coeficientes de Digestibilidade Aparente (CDEEAp) e Verdadeira (CDEEv), do Extrato Etéreo das Sojas Integrais Processadas do Farelo de Soja com Adição de Óleo, Expressos em Porcentagem.

Sojas	Tradicional Pintos (CDEEap)	Tradicional Galos (CDEEap)	Sibbald Galos (CDEEv)
FS + Óleo	76,45 ± 4,3 ab <sup>1</sup>	87,77 ± 1,5 a	93,81 ± 2,6 a
Extrusada	79,64 ± 2,4 a	92,40 ± 4,6 a	92,11 ± 1,6 a
Tostada	73,18 ± 3,6 b	72,57 ± 5,5 b	77,13 ± 5,5 b
F (trat)	11,50 <sup>**2</sup>	35,88 <sup>**</sup>	38,62 <sup>**</sup>
C.V. (%)	5,04	5,03	4,13

1 - Médias seguidas de letras diferentes na coluna são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

2 - <sup>\*\*</sup>( $p < 0,01$ ).

Para o ensaio realizado com pintos pela metodologia tradicional, foi verificado, para a soja extrusada, maior CDEEap em relação ao obtido para a soja tostada. No entanto, ambos não diferiram do coeficiente obtido para o FS + óleo. Estas diferenças podem ser explicadas pela característica de cada processamento.

O processo de extrusão promove liberação da gordura intracelular, tornando-a mais disponível e facilitando a digestão e absorção das gorduras. O óleo adicionado ao farelo de soja, por estar na forma livre, também proporciona melhores condições para o aproveitamento das gorduras. Por outro lado, no processo de tostagem a vapor, não ocorre ruptura das membranas celulares, conseqüentemente o óleo permanece intracelular, dificultando o aproveitamento pelas aves.

Segundo Harper (1981), uma das vantagens do processo de extrusão é que a gordura é liberada das células da soja que contêm óleo. Vários estudos têm mostrado que a ruptura destas células proporciona aumento na absorção do óleo da soja em aves (Carew *et al.*, 1961, Featherston & Rogler, 1966 e Adams & Jensen, 1985). Os resultados obtidos no presente trabalho são confirmados pelos trabalhos realizados por Waldroup (s.d.), Adams & Jensen (1985) e por Kan *et al.* (1988).

Moran (1989) relata que a absorção de gorduras em aves jovens é baixa até a maturação do intestino delgado. Logo após o nascimento, as células epiteliais do intestino das aves encontram-se em fase de transição. Os enterócitos, durante o desenvolvimento embrionário, são orientados para transferência de imunoglobulinas, e as novas células especializadas para digestão e absorção não são completamente desenvolvidas até 2 a 3 semanas após o nascimento. As aves aumentam a capacidade de digerir gorduras com a idade. As diferenças na digestibilidade da gordura entre aves jovens e adultas foram verificadas por Carew *et al.* (1972), Katangole & March (1980), Kan *et al.* (1988).

### Energia Metabolizável Aparente e Verdadeira Corrigida

Os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) obtidos para os diferentes tipos de soja, expressos na matéria seca (MS), são apresentados na [Tabela 5](#), e expressos na matéria natural (MN) são apresentados na [Tabela 6](#).

**Tabela 5** - Valores Médios de Energia Metabolizável Aparente Corrigida (EMAn) e Energia Metabolizável Verdadeira Corrigida (EMVn) Expressos na Matéria Seca e os Respectivos Desvios Padrão das Sojas Integrais Processadas e do Farelo de Soja com Adição de Óleo.

SOJAS	E n s a i o s		
	Tradicional Pintos (EMAn)	Tradicional Galos (EMAn)	Sibbald Galos (EMVn)
FS + óleo	3.321 ± 57 a <sup>1</sup>	3.548 ± 214	3.760 ± 302
Extrusada	3.630 ± 176 b	3.961 ± 429	3.887 ± 275
Tostada	3.383 ± 115 a	3.561 ± 253	3.765 ± 326
F (Trat.)	8,16 <sup>**2</sup>	3,36 ns	0,29 ns
C.V.(%)	3,68	8,49	7,94

1 - Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

2 - NS - Não significativo, \*\* - (p < 0,01).

**Tabela 6** - Valores Médios de Energia Metabolizável Aparente Corrigida (EMAn) e Energia Metabolizável Verdadeira Corrigida (EMVn) Expressos na Matéria Natural e os Respectivos Desvios Padrão das Sojas Integrais Processadas e do Farelo de Soja com Adição de Óleo.

SOJAS	E n s a i o s		
	Tradicional Pintos (EMAn)	Tradicional Galos (EMAn)	Sibbald Galos (EMVn)
FS + óleo	2.984 ± 50 b <sup>1</sup>	3.189 ± 186 b	3.380 ± 271
Extrusada	3.419 ± 165 a	3.732 ± 401 a	3.662 ± 259
Tostada	3.005 ± 100 b	3.244 ± 221 b	3.344 ± 290
F (Trat.)	233,52 <sup>**2</sup>	9,27 <sup>**</sup>	2,02 ns
C.V.(%)	2,18	8,67	7,91

1 - NS - Não significativo, \*\* - (p < 0,01).

2 - Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

De acordo com os resultados apresentados na [Tabela 5](#), verificam-se diferenças significativas entre os valores de EMAn das sojas apenas no ensaio tradicional com pintos, apesar dos resultados obtidos nos ensaios tradicional e Sibbald com galos serem semelhantes aos verificados no ensaio com pintos.

Entretanto, para os resultados de EMAn expressos na MN, apresentados na [Tabela 6](#), constataram-se diferenças estatísticas entre os tipos de soja, nos ensaios realizados pela Metodologia Tradicional com pintos e galos. Para os resultados de EMVn obtidos pelo Método de Sibbald não houve diferenças estatísticas, contudo, foi mantida a mesma tendência dos outros ensaios.

Avaliando os resultados obtidos nos três ensaios, observa-se, de maneira geral, que a soja integral extrusada apresentou valores superiores de EMAn e EMVn em relação à soja integral tostada e ao farelo de soja com adição de óleo, os quais apresentaram valores bastante próximos.

Estes valores podem ser atribuídos, em parte, aos maiores coeficientes de digestibilidade da gordura obtidos para a soja extrusada, tendo em vista a grande contribuição do óleo para o valor energético da soja. O FS com adição de óleo também apresentou elevados coeficientes

de digestibilidade da gordura, no entanto, foram encontrados valores de energia metabolizável inferiores aos obtidos para a soja extrusada.

Considerando-se que além do óleo presente no grão de soja, os carboidratos também contribuem para o valor energético, outros benefícios do processo de extrusão podem explicar o maior aproveitamento da energia da soja extrusada pelas aves. Durante o processo de extrusão, a forma física do amido nos materiais crus muda sensivelmente, desaparecendo sua estrutura granular e cristalina e, tornando-se total ou parcialmente gelatinizado (Bataglia, 1990). Tendo em vista que o amido gelatinizado é mais digestível do que o amido cru, a extrusão também promove melhor aproveitamento da energia do amido.

Há grande variação nos valores de energia metabolizável para a soja integral processada relacionados em tabelas de composição dos alimentos ou em trabalhos de pesquisas. Estas variações são decorrentes das diferentes condições dos tratamentos aplicados, uma vez que não existe padronização de temperatura, tempo, umidade e pressão. Entretanto, o que mais afeta a digestibilidade dos nutrientes da soja é o tipo de processamento utilizado. As diferenças nos valores de energia metabolizável da soja integral devido às características do processamento foram observadas por Wiseman (1983), McNab (1985), Shang & Azcona (s.d.). Trabalhando com pintos, Wiseman (1983) também encontrou maior valor de EMA para a soja extrusada (4278 kcal/kg) e menor para a soja tostada (3732 kcal/kg). No entanto, encontrou para o farelo de soja + óleo, valor superior ao da tostada (4177 kcal/kg). Usando o método de Sibbald, Shang & Azcona (s.d.) determinaram 4109 kcal/kg para a soja extrusada, 4163 kcal/kg para soja tratada a vapor e 3451 kcal/kg para o tratamento a ar quente. Por outro lado, os resultados de EMA e EMV para a soja tostada determinada no presente trabalho foram próximos aos obtidos por Albino (1992), que encontrou 3280 kcal EMA/kg e 3890 kcal EMV/kg para a soja tostada.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nas condições do presente estudo conclui-se:

- 1) As sojas testadas apresentaram composições bromatológicas semelhantes, porém, o índice de urease da soja tostada foi superior ao padrão recomendado.
- 2) Houve diferença na digestibilidade dos nutrientes entre sojas processadas por diferentes métodos (extrusão e tostagem).
- 3) Os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo obtidos para a soja extrusada e para o farelo de soja com adição de óleo foram superiores aos obtidos para soja tostada pelo vapor.
- 4) Os valores de energia metabolizável obtidos para a soja extrusada foram superiores aos encontrados para a soja tostada pelo vapor e para o farelo de soja com adição de óleo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams KL, Jensen AH. Effect of processing on the utilization by young pigs of the fat in soya beans and sunflower seeds. *Animal Feed Science Technology* 1985;12: 267-274. [ [Links](#) ]
- Albino LFT, Fialho ET, Brum PAR, Paiva GJ, Fara C. Determinação dos valores energéticos de alguns alimentos para aves. In: Reunião Anual da SBZ, 29. Lavras. Anais.... Lavras: SBZ. 1992. P.330. [ [Links](#) ]
- Albino LFT, Coelho MGR, Rutz F, Brum PAR. Valores energéticos e de triptofano de alguns alimentos determinados em aves jovens e adultas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 1987; 22: 1301-1306. [ [Links](#) ]

- Araba M, Dale NM. Evaluation of protein solubility as an indicator of overprocessing soybean meal. *Poultry Science* 1990; 69: 76-83. [ [Links](#) ]
- Associação Nacional dos Fabricantes de Rações. 1992 Métodos analíticos de controle de alimentos para uso animal. 1992. São Paulo: Anfar. [ [Links](#) ]
- Bataglia AM. A extrusão no preparo de alimentos para animais. In: Simpósio Brasileiro de Nutrição Animal, 3, Seminário sobre Tecnologia da Produção de Rações, 2. Anais... Campinas:CBNA,. 1990. p.73-81. [ [Links](#) ]
- Birkly, Gertler A, Khalef S. A rare trypsin inhibitor from soybeans. *Biochemical Journal* 1963; 87:281-284. [ [Links](#) ]
- Bowman DW. Fractions derived from soybeans and navybeans which retard tryptic digestion of casein. *Proceedings Society Experimental. Biology and Medicine* 1944; 57: 139-140. [ [Links](#) ]
- Carew Jr LB, Machemer Jr RH, Sharp RW, Foss DC. Fat absorption by the very young chicks. *Poultry Science* 1972; 51:732-742. [ [Links](#) ]
- Carew Jr LB, Hill FW, Neshein ML. The value of heated ground unextracted soybean and heated dehulled soybean oil and energy for chick. *Journal American Oil Chemistry Society* 1961;38: 249-253. [ [Links](#) ]
- Dale N. Solubilidad de la proteina: indicador del procesado de la harina (pasta) de soya. México: Asociación Americana de Soya ,. 1991. 11p.(Buletin Técnico, 89). [ [Links](#) ]
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. 1991. Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves. 3. ed. Concórdia: EMBRAPA-CNPQA,. 1991. 97 p. (Documento, 19). [ [Links](#) ]
- Featherston WR, Rogler JC. A Comparison of processing conditions of unextracted soybeans for utilization by the chick. *Poultry Science* 1966; 45:330-336. [ [Links](#) ]
- Harper JM. Extrusion of foods. Boca Raton: CRC Press. Vol. 2. 1981. p.116. [ [Links](#) ]
- Jaffé WG. Hemagglutinins (Lectins). In: Toxic constituents of plant feedstuffs. ed. Liener IG. New York: Academic Press. 1980. p.73-102. [ [Links](#) ]
- Jorge Neto G. Soja integral na alimentação de aves e suínos. *Avicultura Industrial* 1992; 988: 4-15. [ [Links](#) ]
- Junqueira RG, Sgarbieri VC. Isolation and general properties of lectins from the bean (*Phaseolus vulgaris*,L.). *Journal Food Biochemistry* 1981; 5: 165-179. [ [Links](#) ]
- Kan CA, Scheele CW, Janssen WMMA. The energy content of full-fat soya beans in meal and pelleted feeds for cocks and broilers. *Animal Feed Science and Technology* 1988;19: 97-104. [ [Links](#) ]
- Katongole JBD, March BE. Fat utilization in relation to intestinal fatty acid binding protein a bile salts in chicks of different ages and different genetic sources. *Poultry Science* 1980;59: 819-827. [ [Links](#) ]
- Kunitz M. Crystallization of trypsin inhibitor from soybeans. *Science* 1945;101: 668-669. [ [Links](#) ]
- Liener IE. Soyin, a toxic protein from the soybean. 1- Inhibition of rat growth. *Journal of Nutrition* 1951; 49: 527-540. [ [Links](#) ]
- Liener IE, Kakade ML. Protease inhibitors. In: Toxic constituents of plants feedstuffs. ed. Liener IE. New York: Academic Press. 1980. p.7-71. [ [Links](#) ]
- Matterson LD, Potter LM, Stutz NW, Singen EP. The metabolizable energy of feeds ingredients for chickens. Storrs, Connecticut: The University of Connecticut, Agricultural

- Experiment Station. 1965. 11p. (Research report, 7). [ [Links](#) ]
- McNab J. Determination of the nutritional values of processed full-fat soybeans for poultry. In: Congressur du Soya, 3. 1985. Paris. Proceedings. [ [Links](#) ]
- Monari S. Data Sheet: fullfat soya handbook. Penrose: Millbank Technology, s.d.39 p. [ [Links](#) ]
- Moran Jr T. Fat feeding value - Relationships between analyses, digestion and absorption. In: Proceedings of the Tenth Western Nutrition Conference, Saskatoon- Saskatchewan. Proceedings...1989. p.31-40. [ [Links](#) ]
- National Research Council - Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Poultry Nutrition. Nutrient Requirements of Poultry, 8. Washington: National Academy of Sciences. 1984. 71 p. [ [Links](#) ]
- National Research Council - Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Poultry Nutrition. Nutrient Requirements of Poultry, 9. Washington: National Academy of Sciences. 1994. 155 p. [ [Links](#) ]
- Navarro HA. Nuevos conceptos de la soya integral en la alimentacion avicola. México: Asociación Americana de Soya. 1991. 6p.(Buletin Técnico, 102). [ [Links](#) ]
- Osborne TB, Mendel LB. The use of soybean as food. Journal of Biological Chemistry 1917;32: 369-387. [ [Links](#) ]
- Parsons CM. Processamento optimo de la pasta de soya destinada al consumo animal. México: Asociación Americana de Soya. 1992. 8p.(Buletin Técnico, 116). [ [Links](#) ]
- Shang MJ, Azcona JO. Energia metabolizable verdadera y digestibilidad de aminoacidos en poroto de soja, sorgos y distintos maices. Buenos Aires: INTA, s.d. 29p. (Mimeogr.). [ [Links](#) ]
- Sibbald IR. The effect of heat treatment on the clearance time, true metabolizable energy and true available aminoacids of raw soybean flakes. Poultry Science 1980;59: 2358-2360. [ [Links](#) ]
- Sibbald IR. A Bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. Poultry Science 1976; 55: 303-308. [ [Links](#) ]
- Silva DJ. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária. 1981.166 p. [ [Links](#) ]
- Waldroup PW. Report on the use of full fat soya in poultry diets. Data Sheet: fullfat soya handbook. Penrose: Millbank Technology. s.d. p.1-10. [ [Links](#) ]
- Waldroup PW. Whole soybeans for poultry feeds. World's Poultry Science Journal 1982;38: 28-35. [ [Links](#) ]
- Wiseman J. Utilization of full-fat soya beans and soya beans oil in diets for livestock. In: Spain Conference on Soya Protein Utilization. 1983. Madrid. Proceedings... [ [Links](#) ]
- Wiseman J. Full-fat soy: Developments in non ruminant nutrition. Feed International 1984; 5: 14-19. [ [Links](#) ]



All the contents of this journal, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons Attribution License](#)

**Av. Andrade Neves, 2501 - Castelo**  
**13070-001 Campinas SP - Brazil**  
**Tel.: (55 19) 3243-6555 / Fax.: (55 19) 3243-8542**



[rvfacta@terra.com.br](mailto:rvfacta@terra.com.br)