

Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento

[Chemical composition and nutritive value of thermal processed soybean products for growing pigs]

W.S. Mendes^{1*}, I.J. Silva¹, D.O. Fontes¹, N.M. Rodriguez¹, P.C. Marinho¹,
F.O. Silva¹, C.L.C. Arouca¹, F.C.O. Silva²

¹Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, MG

²Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG

RESUMO

Um ensaio de metabolismo foi conduzido para avaliar a digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de grãos de soja processados no calor para suínos em crescimento. Foram utilizados 20 suínos machos castrados, mestiços, com peso inicial médio de 37,67±3,33kg. Adotou-se delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os alimentos avaliados foram farelo de soja, soja semi-integral extrusada, soja integral expandida e soja integral micronizada, os quais substituíram em 25% a dieta-referência. Os valores de ED e dos coeficientes de digestibilidade aparente da EB, PB, MS e EE para os alimentos testados foram: 3583kcal/kg, 85,2%, 90,8%, 85,7% e 69,3% para o farelo de soja; 4065kcal/kg, 83,6%, 86,1%, 81,9% e 81,5% para a soja semi-integral extrusada; 3803kcal/kg, 75,2%, 73,9%, 74,4% e 80,4% para a soja integral expandida; 5272kcal/kg, 95,3%, 95,2%, 93,2% e 94,3% para a soja integral micronizada. A expansão foi inadequada para a soja integral, que apresentou os piores valores de digestibilidade. Os processamentos de extrusão e micronização das sojas semi-integral e integral, respectivamente, foram eficientes na inativação dos fatores antinutricionais e na melhoria de suas digestibilidades, sendo que a micronização mostrou-se superior aos demais processamentos.

Palavras-chave: soja, digestibilidade, fator antinutricional, micronização, extrusão, expansão

ABSTRACT

A metabolism trial was conducted to evaluate the digestibility rate and energy values of thermal processed soybean for growing pigs. Twenty barrows with an initial average weight of 37.67±3.33kg were used in a completely randomized design with five treatments and four replicates. The treatments consisted in a reference diet and four experimental diets. The feedstuffs evaluated were soybean meal, extruded semi-integral soybean, expanded integral soybean and micronized integral soybean. These ingredients replaced 25% of the reference diet. The values of digestibility energy and apparent digestibility rates of crude energy, crude protein, dry matter and ether extract of the feeds were: 3583kcal/kg, 85.2%, 90.8%, 85.7% and 69.3% for soybean meal; 4065kcal/kg, 83.6%, 86.1%, 81.9% and 81.5% for extruded semi-integral soybean; 3803kcal/kg, 75.2%, 73.9%, 74.4% and 80.4% for expanded integral soybean; 5272kcal/kg, 95.3%, 95.2%, 93.2% and 94.3% for micronized integral soybean. The expansion process was not adequate for integral soybean, which showed the worst digestibility rate. The extrusion and the micronization processes of semi-integral and integral soybean respectively, were

Recebido para publicação em 13 de agosto de 2002

Recebido para publicação, após modificações, em 26 de setembro de 2003

*Endereço para correspondência:

Rua Augusto Clementino, 493/106, Bairro Jardim Atlântico,
31500-130 - Belo Horizonte, MG

E-mail: wandreavet@bol.com.br

efficient to inactivate the antinutritional factors and to improve the digestibility. The results obtained with the micronization process were better than those of the others thermal processes.

Keywords: soybean, digestibility, antinutritional factors, micronization, extrusion, expansion

INTRODUÇÃO

As restrições impostas às fontes protéicas de origem animal na nutrição animal pelo mercado internacional e, em menor grau, pelo mercado interno, gerou uma demanda extra do farelo de soja. O grão de soja, por ser um vegetal com elevados teores de proteína e energia, constitui boa alternativa de alimento protéico, apresentando cerca de 17 a 18% de óleo e 35 a 37% de proteína bruta de elevado valor biológico, com composição em aminoácidos essenciais favorável à alimentação de aves e suínos, mas deficiente em metionina e treonina (Bellaver et al., 2002).

Devido à presença de fatores antinutricionais, que atuam negativamente sobre o desempenho animal, a soja *in natura* não deve ser utilizada na alimentação de monogástricos sem que seja adequadamente processada.

O processamento hidrotérmico apresenta dois pontos positivos quanto ao aproveitamento da proteína de origem vegetal pelos animais. Além de eliminar fatores antinutricionais termolábeis, provoca a ruptura de sua parede celular, liberando a proteína complexada ou enclausurada, responsável pelo baixo aproveitamento protéico. Entretanto, pode teoricamente provocar reação de Maillard e desnaturação protéica pelo excesso de calor (Heidenreich, 1994), levando à perda da função biológica (Lehninger, 1998). Embora em algum aspecto essa desnaturação possa ser desejável, como no caso de inativação de enzimas deletérias, esse fato pode representar um problema do ponto de vista nutricional.

Segundo Van Soest (1994), o processamento de alimentos pode ser a frio, pelo calor seco ou hidrotérmico, que combina o uso de calor, umidade e pressão para obter melhores resultados.

O controle de qualidade da soja integral processada fornece informações sobre a inativação dos fatores antinutricionais e os

efeitos do aquecimento sobre a qualidade da proteína. O subaquecimento é prejudicial pois o farelo de soja ou o grão conterá fatores antinutricionais que interferirão no processo digestivo dos suínos. O superaquecimento causa redução da digestibilidade dos aminoácidos.

A atividade ureática da soja é um teste que indica a presença de fatores tóxicos, como os inibidores da tripsina. O padrão recomendado pela Anfar (1985), citada por Sakomura (1996), para atividade ureática é de 0,05 a 0,3 unidades de pH.

A solubilidade da proteína avalia o grau de processamento da soja. A faixa de variação da solubilidade de 73 a 85% parece ser consistente com o processamento ideal. Valores abaixo de 70% indicam superaquecimento e acima de 85% relacionam-se à soja subprocessada.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes formas de processamento térmico sobre a digestibilidade e valores energéticos da soja integral e semi-integral.

MATERIAL E MÉTODOS

Um ensaio de metabolismo foi conduzido na Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. Foram utilizados 20 suínos machos castrados, mestiços, com peso médio inicial de $37,67 \pm 3,33$ kg. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas metabólicas, semelhantes às descritas por Pekas (1968), distribuídos em delineamento experimental inteiramente ao acaso, constituído por cinco tratamentos (quatro dietas teste e uma dieta referência), quatro repetições e um animal por unidade experimental.

As dietas experimentais constituíram-se de uma ração-referência (RR) à base de milho, farelo de soja, vitaminas e minerais, formulada para atender as exigências dos animais de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2000) e quatro rações-teste, constituídas por 75% da

ração-referência e 25% dos respectivos alimentos estudados.

Foram testados quatro alimentos protéicos derivados da soja: farelo de soja (FS), soja semi-integral extrusada (SSIE), soja integral expandida (SIE) e soja integral micronizada (SIM).

A expansão da soja integral foi realizada à temperaturas entre 120 e 136°C e umidade entre 10,1 e 10,5%, por 30 a 60 segundos. A micronização foi obtida mediante exposição da soja integral ao vapor indireto e à radiação infravermelho, sob temperatura de 150 a 180°C, por 2 a 3 minutos, seguida de floculação. A soja semi-integral ou pré-desengordurada foi extrusada a 150°C por aproximadamente 60 segundos.

O período experimental teve duração de 12 dias. Os sete dias iniciais corresponderam ao período pré-experimental, para adaptação dos animais às gaiolas e às dietas experimentais. Nos cinco dias de período experimental foram realizadas as coletas de fezes.

Os animais receberam a mesma quantidade de ração por unidade do peso metabólico (PVkg^{0,75}), fornecida sob a forma seca, duas vezes ao dia (8 e 16 horas).

Foi adotado o critério de coleta total, sem uso de marcador, no qual as fezes excretadas a cada 24 horas foram pesadas, homogeneizadas e acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em câmara fria (-20°C). As amostras dos alimentos e das rações testadas, coletadas durante seu preparo, foram acondicionadas em recipientes plásticos com tampas e armazenadas em local seco e ventilado.

Após o término do ensaio, as amostras de fezes foram descongeladas em temperatura ambiente, homogeneizadas, pesadas, pré-secadas (50 ± 6°C) por 72 horas, moídas (1 mm) e acondicionadas em frascos plásticos com tampa para análises posteriores.

As análises químicas realizadas foram: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) matéria mineral (MM), cálcio (Ca), fósforo (P), atividade ureática e solubilidade protéica em KOH conforme Oficial... (1995); energia bruta (EB), determinada em bomba calorimétrica do

tipo Parr 2128; fibra bruta (FB) segundo Silva (1990), com prévia adição de α -amilase.

Os valores de matéria seca digestível (MSD), energia digestível (ED), proteína digestível (PD) e extrato etéreo digestível (EED) dos alimentos foram calculados segundo Matterson et al. (1965), a partir dos dados estabelecidos para as dietas-teste. Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), energia bruta (CDEB), proteína bruta (CDPB) e extrato etéreo (CDEE) dos alimentos foram calculados a partir da relação entre nutrientes e energia digestíveis e excretados.

Os dados foram submetidos à análises de variância utilizando o pacote estatístico SAEG versão 7.0 (Sistema..., 2000), e as médias comparadas pelo teste Student Newman Keuls.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os índices de controle de qualidade (atividade ureática e solubilidade protéica) encontram-se na Tab. 1. Os valores obtidos para farelo de soja, soja semi-integral extrusada e soja integral micronizada indicam que os alimentos foram adequadamente processados.

Tabela 1. Índices de controle de qualidade do farelo de soja (FS), soja semi-integral extrusada (SSIE), soja integral expandida (SIE), soja integral micronizada (SIM)

Alimento	Solubilidade em KOH (%)	Atividade ureática (pH)
FS	80,22	0,03
SSIE	73,00	0,18
SIE	86,21	2,09
SIM	85,00	0,18

Com exceção da atividade ureática do farelo de soja, os dados observados para os alimentos encontram-se dentro das faixas de normalidade estabelecidas pela Anfar (1985), citada por Sakomura (1996). Esses valores estão entre 0,05 a 0,3 unidades de pH para atividade ureática e 73 a 85% de solubilidade protéica em KOH. Entretanto, mesmo que o valor de atividade ureática do farelo de soja esteja duas unidades de pH abaixo do nível mínimo, não há evidências de falhas no processamento. Segundo Sakomura

(1996), sojas com nível zero de urease podem apresentar ótima qualidade, pois a sensibilidade desse teste restringe-se apenas em apontar a presença de urease. Moreira et al. (1994) encontraram 0,03 unidades de pH para o teste de atividade ureática de soja micronizada, sem comprometimento de sua digestibilidade para leitões.

Os valores de solubilidade protéica e de atividade ureática obtidos para a soja semi-integral extrusada encontram-se dentro das faixas de normalidade estabelecidas pela Anfar (1985), citada por Sakomura (1996), enquanto que os valores obtidos para a soja integral expandida indicam que o processamento foi inadequado.

Araba e Dale (1989 e 1990) citaram que valores de solubilidade protéica superiores a 85% indicam subaquecimento da soja. Segundo Moreira et al. (1994), diversos autores têm citado

valores de atividade ureática próximos a 2% para soja integral crua ou inadequadamente processadas. A detecção de alta atividade da enzima urease indica que a energia térmica empregada foi insuficiente para inativar os fatores antinutricionais, uma vez que ambos os compostos são sensíveis à mesma faixa de atuação de temperatura.

Os valores de MS, EB, PB, FB, EE, MM, Ca e P dos alimentos encontram-se na Tab.2. Os resultados obtidos para o farelo de soja foram semelhantes aos de alguns trabalhos (Fischer Jr. et al., 1998; Nascimento et al., 1998) ou de algumas tabelas de composição de alimentos (Tabela..., 1991; Rostagno et al., 2000), com exceção da FB, cujos valores foram superiores em aproximadamente 30% em relação ao valor médio desses trabalhos (5%). Dale (2000) encontrou 7,0% de FB, semelhante ao obtido no presente trabalho.

Tabela 2. Composição química e valores energéticos do farelo de soja (FS), soja semi-integral extrusada (SSIE), soja integral expandida (SIE) e soja integral micronizada (SIM), com base na matéria natural

	MS (%)	EB (kcal/kg)	ED (kca/kg)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	MM (%)	Ca (%)	P (%)
FS	88,64	4204	3583	43,09	1,50	7,21	5,42	0,360	0,50
SSIE	93,43	4863	4065	42,18	10,8	9,10	4,98	0,240	0,51
SIE	90,91	5061	3803	34,91	15,09	6,93	4,37	0,240	0,40
SIM	96,48	5533	5272	39,98	20,89	2,37	4,75	0,170	0,55

O valor de ED do farelo de soja foi inferior aos valores obtidos para as sojas extrusada, expandida e micronizada e aproximadamente 6% inferior aos citados para farelos de soja com teor protéico mais elevado (48%), 3685 e 3628kcal/kg segundo tabelas elaboradas por Dale (1995) e Rostagno et al. (2000), respectivamente.

Moreira et al. (1994) avaliaram a digestibilidade de três diferentes sojas integrais extrusadas, sob as mesmas condições de processamento, em partidas distintas. Os teores de EB variaram de 4881 a 5403kcal/kg e os de EE de 15,6 a 20,3%. Os dados de EB obtidos no presente experimento para a soja semi-integral extrusada e para a soja integral expandida situam-se dentro dessa faixa de variação. A soja semi-integral extrusada apresentou valor de ED superior aos obtidos para farelo de soja e soja integral expandida.

A soja integral expandida apresentou teores de EB e EE superiores aos da soja semi-integral extrusada. Estes resultados justificam-se pelas diferenças entre os dois alimentos em seu estado natural. O teor lipídico da soja semi-integral é parcialmente reduzido pela extração de óleo, reduzindo seu teor energético.

Em relação à soja integral micronizada, o teor de PB foi inferior aos obtidos para farelo de soja e soja semi-integral extrusada; os teores de EB, ED e EE foram maiores, e o de FB menor do que os valores obtidos para as outras sojas. Estas observações estão de acordo com o relato de Ferreira et al. (1997), os quais observaram efeito positivo dos lípidos e negativo da fibra sobre o teor energético dos alimentos.

A soja integral micronizada foi o alimento que apresentou maior amplitude de variação da ED

Composição química e valor nutritivo da soja...

em relação aos dados de literatura. O valor obtido foi superior ao relatado por Moreira et al. (1994) e ao revisado por Rostagno et al. (2000), 4825 e 4580kcal/kg, respectivamente. Os valores de EB e FB também foram superiores aos obtidos pelos mesmos autores, 5230kcal/kg e 0,64%; 5247kcal/kg e 1,25%. O teor de EE foi ligeiramente inferior aos obtidos por esses autores, 22,5% e 21,9% respectivamente.

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e da energia dos alimentos protéicos estudados encontram-se na Tab. 3. Houve diferença ($P<0,05$) entre os coeficientes de digestibilidade da MS, EB, PB e EE dos diferentes alimentos avaliados.

Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade aparente (%) da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), energia bruta (CDEB) e extrato etéreo (CDEE) do farelo de soja (FS), soja semi-integral extrusada (SSIE), soja integral expandida (SIE) e soja micronizada (SIM), com base na matéria natural

Variável	FS	SSIE	SIE	SIM	CV
CDMS	85,65±1,26b	81,85±0,49c	74,40±2,70d	93,23±3,39a	2,7
CDPB	90,78±2,47b	86,12±3,07c	73,87±0,56d	95,17±2,60a	2,7
CDEB	85,23±2,94b	83,59±0,72b	75,15±1,78c	95,29±0,77a	2,1
CDEE	69,29±3,88c	81,48±3,42b	80,44±5,65b	94,26±2,94a	5,0

Valores com letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste SNK ($P<0,05$).

Os dados de CDMS e CDPB obtidos para o farelo de soja foram superiores aos valores observados para soja semi-integral extrusada e soja integral expandida. O CDEB foi superior ($P<0,05$) ao da soja integral expandida, mas não apresentou diferença em relação a soja semi-integral extrusada. O CDEE foi inferior aos valores obtidos para as outras sojas testadas, o que pode ser explicado pelo baixo teor de EE do farelo de soja causando erro relativo ou ainda pela interferência da gordura fecal endógena, mascarando sua digestibilidade.

Os coeficientes de digestibilidade da MS, PB e EB obtidos para o farelo de soja foram semelhantes aos valores encontrados por Moreira et al. (1994), 84,7%, 90,4% e 84,6% respectivamente, para farelo de soja com 47% de PB.

Os coeficientes de digestibilidades da EB e da PB do farelo de soja foram próximos aos valores citados na revisão feita por Rostagno et al. (2000), de 86,7% e 90,1% respectivamente, para farelo de soja com 48% de proteína. Esses autores apresentaram valor inferior (79,6%) para CDEB do farelo de soja com menor teor protéico (45%), mas CDPB semelhante (89,9%). Este resultado não era esperado, uma vez que o farelo de soja testado apresentou teor de PB de 43% e alto teor de FB (7,2%). Ferreira et al. (1997) citaram que a fibra presente nos alimentos exerce efeito negativo na digestão da proteína graças à sua associação com a lignocelulose, reduzindo o seu aproveitamento. Esses autores mencionaram que maior gasto energético é dispensado na

digestão e metabolismo da fração fibrosa, levando à menor eficiência na conversão da EB do alimento.

A soja semi-integral extrusada apresentou valores de CDMS, CDPB e CDEB superiores ($P<0,05$) aos da soja integral expandida. Essa superioridade foi de aproximadamente 10% para a digestibilidade energética e 14% para a digestibilidade protéica. O incremento no CDMS (em torno de 9%) pode explicar, em parte, essas diferenças.

Os índices de controle de qualidade da soja semi-integral extrusada (Tab. 2) apresentam-se normais, não se observando correlação entre o processamento e a disponibilidade protéica. O CDEE não seguiu essa tendência, uma vez que não houve diferença ($P<0,05$) entre os valores obtidos para essas duas sojas.

Ao avaliarem a digestibilidade da soja semi-integral extrusada para suínos em crescimento, Castillo et al. (1998) encontraram valor de CDMS (78,8%) aproximadamente 4% menor, e de CDEB (83,4%) semelhante ao obtido para o alimento avaliado neste experimento. Entretanto, o CDEE (89,1%) foi 8,5% superior, o que pode ter colaborado para o incremento da digestibilidade da energia.

O menor valor de digestibilidade protéica da soja integral expandida pode ser atribuído à inadequação do processamento. A soja integral expandida apresentou as menores digestibilidades de MS, PB e EB. Os valores

obtidos para atividade ureática e solubilidade em KOH, de 2,09 unidades de pH e 86,2%, confirmam o subprocessamento desse alimento, o que pode ter levado à redução na digestibilidade protéica, pela ação de fatores antinutricionais.

A superioridade da digestibilidade da soja integral micronizada em relação aos outros alimentos protéicos estudados pode estar relacionada ao baixo teor de FB do alimento (2,4%) e provavelmente à eficiência da micronização, tornando os nutrientes mais acessíveis à digestão enzimática.

Os valores encontrados para digestibilidade da matéria-seca, energia e proteína da soja integral micronizada foram superiores aos obtidos por Moreira et al. (1994), ao avaliarem a digestibilidade da soja micronizada para leitões jovens, 89,3%, 88,1% e 87,7% respectivamente, e citados na revisão de Rostagno et al. (2000), 87,3%, 89,9% e 87,3% respectivamente.

Em geral, os dados obtidos confirmam os benefícios do processamento adequado sobre a digestibilidade da soja integral. Além de aumentar a digestibilidade da proteína, da fibra e do extrato etéreo, elevando o valor nutritivo do alimento, a inativação de fatores antinutricionais pelo calor e, conseqüentemente, de seus efeitos deletérios, permite a utilização eficiente da soja pelos suínos.

CONCLUSÕES

A extrusão da soja semi-integral e micronização da soja integral foram eficientes na inativação dos fatores antinutricionais e na melhoria de suas digestibilidades. A magnitude desses benefícios variou com o tipo de processamento. A micronização mostrou-se superior aos demais processamentos. O processamento de expansão não foi adequado para inativar os fatores antinutricionais da soja integral, por isso apresentou os menores coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e da energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARABA, M.; DALE, N.M.. Evaluation of protein solubility as an indicator of underprocessing of soyabean meal. *Poult Sci.*, v.69, p.1749-1752, 1989.

ARABA, M.; DALE, N.M. Evaluation of protein solubility as an indicator of overprocessing of soyabean meal. *Poult Sci.*, v.69, p.76-82, 1990.

BELLAVER, C.; COTREFAL, G.; GRECCO, M. Soja integral: processamento e uso. *Aliment. Anim.*, v.7, p.28-30, 2002.

CASTILLO, W.L.; KRONKA, R.N.; BARBOSA, H.P. et al. Efeitos da utilização da soja semi-integral extrusada sobre o desempenho e características das carcaças de suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu, SP. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. p.401-403.

DALE, N. Ingredient analyses table. *Feedstuffs*, v.67, p.24-31, 1995.

DALE, N. Ingredient analyses table. *Feedstuffs*, v.72, p.24-35, 2000.

FERREIRA, E.R.A.; FIALHO, E.T.; TEIXEIRA, A.S. et al. Avaliação da composição química e determinação de valores energéticos e equações de predição de alguns alimentos para suínos. *Rev. Bras. Zootec.*, v.26, p.514-523, 1997.

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. *Rev. Bras. Zootec.*, v.27, p.314-318, 1998

HEIDENREICH, E. Operation strategies for expansion cooking. *Feed Mix*, v.2, p.32-34, 1994.

LEHNINGER, A.L. Proteínas. In: PRINCÍPIOS de bioquímica. São Paulo: Sarvier, 1998. p.105. 4.ed.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, N.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chicken. *Res. Rep.*, v.7, p.3-11, 1965.

MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H.S.; COELHO, D.T. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processadas a calor. *Rev. Bras. Zootec.*, v.23, p.916-929, 1994.

NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores de composição química e energética de alimentos para frangos de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, v.27, p.579-583, 1998.

OFFICIAL methods of analyses. Washignton. D.C: A.O.A.C., 1995. 1015 p.

Composição química e valor nutritivo da soja...

- PEKAS, J.C. Versatile swine in laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. *J. Anim. Sci.*, v.27, p.1303-1306, 1968.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: UFV, 2000. 141p.
- SAKOMURA, N.K. Uso da soja integral na alimentação de aves. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1996, Piracicaba, SP. *Anais...* Piracicaba: CBNA, 1996. p.26-38.
- SILVA, D.J. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa: UFV, 1990. 160p.
- SISTEMA de análises estatísticas e genéticas: Versão 7.0. Viçosa, MG: UFV, 2000.
- TABELA de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves. 3.ed. Concórdia: EMBRAPA/ CNPSA, 1991. 97p.
- VAN SOEST, P.J. Carbohydrates. In: NUTRITIONAL ecology of the ruminant. 2.ed. New York: Cornell University, 1994. p.164.