

## AVALIAÇÃO *IN VIVO* DA DIGESTIBILIDADE DA CASCA DO GRÃO DE SOJA MOÍDA COM OVINOS<sup>1</sup>

### EVALUATION OF *IN VIVO* DIGESTIBILITY OF GROUND SOYBEAN HULLS WITH SHEEP

Antônio Augusto Cortiana Tambara<sup>2</sup> Clair Jorge Olivo<sup>3</sup>  
Maria Beatriz Gonçalves Pires<sup>3</sup> Luis Maria Bonnacarrère Sanchez<sup>4</sup>

#### RESUMO

O presente trabalho foi conduzido no Departamento de Zootecnia da UFSM com o objetivo de avaliar o valor nutritivo da casca de grão de soja moída sem tostar (peneira 2,38mm, CGSM) para ruminantes. O mesmo constou de um ensaio convencional de digestibilidade *in vivo* com ovinos, que durou 28 dias. Foram utilizados 23 animais machos castrados, com peso vivo médio de 32,4kg, alojados individualmente em gaiolas metabólicas e sorteados em cinco grupos (tratamentos) de cinco animais (exceto T<sub>4</sub>), num delineamento estatístico inteiramente casualizado. Os tratamentos (T) testados foram: T<sub>1</sub> = 100% de palha de arroz triturada (PAT); T<sub>2</sub> = 75% de PAT + 25% de CGSM; T<sub>3</sub> = 50% de PAT + 50% de CGSM; T<sub>4</sub> = 25% de PAT + 75% de CGSM e T<sub>5</sub> = 100% de CGSM. A CGSM utilizada neste experimento apresentou, com base na matéria seca (MS; 89,19%), 15,67% de proteína bruta (PB), 94,74% de matéria orgânica (MO), 33,82% de fibra bruta (FB), 1,65% de extrato etéreo (EE) e 43,60% de extrativo não nitrogenado (ENN). Verificou-se, através da análise de regressão, um efeito linear altamente significativo (P < 0,01) e ascendente à medida que a CGSM substituiu a PAT nos tratamentos com relação a percentagem obtida para nutrientes

digestíveis totais (NDT) e aos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da MS (CDAMS), da MO (CDAMO), da PB (CDAPB), do EE (CDAEE) e do ENN (CDAENN); todavia não verificou-se efeito significativo dos tratamentos com relação ao CDA da FB (CDAFB). A CGSM apresentou, quando fornecida como alimento único (T<sub>5</sub>), 65,39% de CDAMS, 68,28% de CDAFB e 67,05% de NDT. Conclui-se que a CGSM possui um alto valor nutritivo para ruminantes.

**Palavras-chave:** valor nutritivo, ruminantes.

#### SUMMARY

The aim of the present experiment was to evaluate the feeding value of ground not toasted soybean hulls (size = 2.38 mm, GSH), for ruminants. This investigation, consisted of a conventional *in vivo* digestion trial 28 days using sheep as a model. Twenty-three animals castrated males with a 32.4kg average body weight (BW), individually lodged in metabolic cages and allotted in five treatments (T) of five animals each (except T<sub>4</sub>), were used in a completely randomized design (CRD). The treatments tested were the following: T<sub>1</sub> = 100% triturerated rice straw

<sup>1</sup>Parte da Dissertação de Mestrado em Zootecnia, área de Produção Animal, apresentada pelo primeiro autor na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97119-900 - Santa Maria, RS. Trabalho parcialmente financiado pela SAMRIG S.A.

<sup>2</sup>Zootecnista, Mestre, Rua 7 de Setembro, nº 530, 97760-000, Jaguari, RS. Autor para correspondência.

<sup>3</sup>Zootecnista, Mestre, Professor Assistente, Departamento de Zootecnia, UFSM.

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, PhD, Professor Titular, Departamento de Zootecnia, UFSM.

(TRS),  $T_2 = 75\%$  TRS +  $25\%$  GSH,  $T_3 = 50\%$  TRS +  $50\%$  GSH,  $T_4 = 25\%$  TRS +  $75\%$  GSH, and  $T_5 = 100\%$  GSH. The GSH used in this experiment had,  $94.74\%$  organic matter (OM),  $15.67\%$  crude protein (CP),  $33.82\%$  crude fiber (CF),  $1.65\%$  ether extract (EE), and  $43.60\%$  nitrogen-free extract (NFE) with basis on dry matter (DM,  $89.19\%$ ). There was verified, through analysis of regression, a highly significant ascending linear effect ( $P < 0.01$ ) while GSH substituted TRS in the treatments with relation to percentage obtained for total digestive nutrients (TDN) and the apparent digestibility coefficients (ADC) of DM (ADCDM), of OM (ADCOM), of CP (ADCCP), of EE (ADCEE), and of NFE (ADCNFE); however there were not verified any significant effects of the treatments in relation to ADC of CF (ADCCF). The GSH presented  $65.39\%$  ADCDM,  $68.28\%$  ADCCF and  $67.05\%$  TDN, when it was the only feed ( $T_5$ ). It was concluded that GSH has a high nutritive value for ruminants.

**Key words:** feeding value, ruminants.

## INTRODUÇÃO

A casca do grão de soja é o tegumento (envoltório) do grão de soja que é separado do embrião na indústria. A descorticação no processamento do grão de soja possibilita a obtenção de farelos de soja com  $48$  a  $50\%$  de proteína bruta (PB) na matéria parcialmente seca (MPS) ao invés de farelos com  $42$  a  $45\%$  de PB (MPS).

Grãos de cereais, entre os quais o milho, que poderiam ser aproveitados em maior escala na alimentação humana e de animais monogástricos, são também comumente usados como suplementos energéticos para ruminantes que consomem dietas contendo forragem de baixa qualidade. Todavia, efeitos negativos associativos da suplementação com fontes de amido, sobre a digestão da fibra e sobre o consumo de matéria seca de forragem de baixa qualidade, foram constatados (CHASE JUNIOR & HIBBERD, 1987). Ao contrário do milho que possui grande quantidade de amido ( $56,9\%$  na MS; NAKAMURA & OWEN, 1989), as cascas de grão de soja não possuem (HSU et al., 1987) ou possuem pouquíssimo amido ( $1,1\%$  na MS, NAKAMURA & OWEN, 1989). Assim, não foram observados efeitos negativos associativos sobre a digestibilidade da fibra (HIGHFILL et al., 1987; MARTIN & HIBBERD, 1990; FIRKINS & EASTRIDGE, 1992 e GRIGSBY et al., 1992) e as diminuições no consumo de matéria orgânica de feno foram insignificantes (MARTIN & HIBBERD, 1990) quando a casca de grão de soja foi usada como suplemento.

Dietas para ruminantes devem ser balanceadas para maximizar a energia dos grãos de cereais e ainda ter uma quantidade mínima de fibra efetiva para estimular a salivacão, a ruminação e manter um ótimo ambiente ruminal

a fim de ter-se uma suficiente digestão da fibra. A CGS mostrou ter fibra efetiva (SARWAR et al., 1991a; SARWAR et al., 1991b; NAKAMURA & OWEN, 1989). Dentro de certos limites, a CGS funciona como um grão de cereal em termos de disponibilidade de energia, sem perder, entretanto, a função fisiológica da fibra vegetal (MÜHLBACH, 1990). Por isto, a CGS é considerada um volumoso-concentrado e não apenas um volumoso ou material fibroso pouco digerível.

Devido a suas propriedades nutritivas e fisiológicas, e também em função de sua boa palatabilidade, a casca de grão de soja é considerada um ingrediente importante na formulação de dietas para vacas de alta produção e, em bovino de corte, um agente controlador da acidose de rúmen, principalmente no período de adaptação ao regime de engorda em confinamento (MÜHLBACH, 1990). O objetivo do presente trabalho foi avaliar o valor nutritivo da CGS para ruminantes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Nutrição de Ruminantes do Departamento de Zootecnia da UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. Foram utilizados 23 ovinos da raça Corriedale, machos, castrados, média de  $32,4\text{kg}$  de peso vivo, com idade aproximada de 16 meses, provenientes de um mesmo rebanho e alojados individualmente em gaiolas metabólicas instaladas em um galpão de alvenaria.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado com duas parcelas perdidas, tendo cinco tratamentos e cinco repetições por tratamento, exceto para o tratamento quatro que teve apenas três repetições.

Os tratamentos (T) testados foram os seguintes:  $T_1 = 100\%$  de palha de arroz triturada (PAT);  $T_2 = 75\%$  de PAT +  $25\%$  de casca de grão de soja moída em peneira de  $2,38\text{mm}$  e não tostada (CGSM);  $T_3 = 50\%$  de PAT +  $50\%$  de CGSM;  $T_4 = 25\%$  de PAT +  $75\%$  de CGSM;  $T_5 = 100\%$  de CGSM.

O experimento foi conduzido segundo preconizado por HARRIS (1970) e durou 28 dias (21 dias englobando adaptação e ajuste de consumo mais sete de coleta de dados).

Realizaram-se análises de regressão, utilizando o procedimento REG do programa estatístico S.A.S.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição das dietas oferecidas, que corresponde aos cinco tratamentos, está apresentada na Tabela 1. O valor de PB ( $15,67\%$ ; base MS) obtido para a casca do grão de soja moída não tostada ( $T_5$ , CGSM) foi percentualmente maior que os valores citados na literatura para cascas

de grão de soja comercialmente disponíveis no mercado norte americano (soybean mill run) que apresentam em média 13 a 14% de PB (base MS) (KORNEGAY, 1978a; Sanella & Whistler apud ANDERSON et al., 1988) e que já possuem no mínimo 4 unidades percentuais de proteína, oriundas da contaminação com farelo ou pedaços de grão de soja. ANDERSON et al. (1988) trabalhando com CGS das quais foram removidas substâncias estranhas e pedaços de grão de soja, a fim de ter-se CGS limpas, encontraram 8,7% e 9,4% de PB (base MS) para CGS não tostadas e CGS tostadas, respectivamente.

Tabela 1. Composição bromatológica das dietas utilizadas no experimento.

| COMPO-<br>NENTES | DIETAS*                    |                    |                    |                    |                    |
|------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                  | T <sub>1</sub> (%)         | T <sub>2</sub> (%) | T <sub>3</sub> (%) | T <sub>4</sub> (%) | T <sub>5</sub> (%) |
| MS**             | 88,42                      | 88,80              | 88,56              | 89,07              | 89,19              |
|                  | ----- com base na MS ----- |                    |                    |                    |                    |
| PB**             | 5,19                       | 7,17               | 8,81               | 11,77              | 15,67              |
| MM**             | 16,41                      | 14,32              | 13,38              | 7,79               | 5,26               |
| MO**             | 83,59                      | 85,68              | 86,62              | 92,21              | 94,74              |
| FB**             | 30,95                      | 32,66              | 32,75              | 33,58              | 33,82              |
| EE**             | 1,61                       | 1,71               | 1,66               | 1,65               | 1,65               |
| ENN**            | 45,84                      | 44,14              | 43,40              | 45,21              | 43,60              |
| FAD**            | 54,52                      | 51,19              | 54,31              | 52,79              | 50,86              |
| LAD**            | 8,23                       | 4,66               | 3,67               | 2,62               | 1,81               |

\* T<sub>1</sub> = 100% palha de arroz triturada (PAT); T<sub>2</sub> = 75% PAT + 25% de casca de grão de soja moída (CGSM); T<sub>3</sub> = 50% PAT + 50% CGSM; T<sub>4</sub> = 25% PAT + 75% CGSM; T<sub>5</sub> = 100% CGSM.

\*\* MS = matéria seca total; PB = proteína bruta; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; FB = fibra bruta; EE = extrato etéreo; ENN = extrativo não nitrogenado; FAD = fibra ácido detergente; LAD = lignina ácido detergente.

O valor de FB (33,82%; base MS) obtido para a CGSM (T<sub>5</sub>) neste trabalho foi muito similar (35,0%; base MS) ao encontrado por MacGregor apud KORNEGAY (1978b), mas difere muito dos de QUICKE et al. (1959), HINTZ et al. (1964) e KORNEGAY et al. (1978b), que obtiveram valores de FB (base MS) acima de 40%.

É importante salientar que a FB teve até acréscimos percentuais, embora mínimos e a LAD teve decréscimos percentuais acentuados à medida que a CGSM substituiu a PAT nos tratamentos, aspectos fundamentais se

considerarmos o requerimento de fibra de um ruminante e a associação do teor de lignina com a digestibilidade da fibra.

Os valores de LAD (1,81%; base MS) e FAD (50,86%; base MS) para a CGSM (T<sub>5</sub>) estão muito semelhantes aos obtidos por HSU et al. (1987) que foram, respectivamente, 1,80% e 51,3% (base MS).

Na Tabela 2 encontram-se os resultados de digestibilidade aparente obtidos. Com exceção do CDAFB, no qual não foi verificado efeito significativo ( $P \geq 0,2416$ ), em todos os demais coeficientes de digestibilidade e também com relação ao NDT, ocorreu um efeito linear ascendente altamente significativo ( $P < 0,01$ ), à medida que a CGSM substituiu a PAT nos tratamentos. Assim, a adição de CGSM não afetou a digestibilidade da fibra da PAT.

O leve decréscimo percentual que ocorreu do T<sub>4</sub> para o T<sub>5</sub> nos CDAMO e CDAPB, que não impediu do efeito linear ascendente verificado nestas variáveis ser altamente significativo, foi certamente devido à mais alta taxa de passagem que ocorre quando as CGS são fornecidas sozinhas. Uma taxa de passagem mais alta foi observada por HINTZ et al. (1964), quando cascas de grão de soja cruas não moídas foram dadas sozinhas do que quando dadas com feno. O mesmo pode ter ocorrido para haver o decréscimo percentual no CDAFB do T<sub>5</sub> com relação aos demais tratamentos. Neste sentido, segundo ANDERSON et al. (1988), devido à taxa de digestão da fibra não ser extremamente rápida (6%/hora), e devido à extensão da digestão ser grande (93 a 95%), aumentos na digestão (digestibilidade) podem resultar se as cascas de grão de soja (CGS) permanecerem no rúmen por um tempo maior.

Os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente e NDT obtidos para a CGSM (T<sub>5</sub>), estão numericamente bastante mais altos que os encontrados por QUICKE et al. (1959), trabalhando com ovinos, com exceção do CDAPB (84%), e por HINTZ et al. (1964), trabalhando com bovinos, com exceção do CDAENN (74,2%), quando utilizaram CGSM como alimento único. HINTZ et al. (1964) utilizando cascas de grão de soja não moídas para ovinos, visando com que o maior tamanho das partículas destas retivessem-nas por mais tempo no rúmen, encontraram valores para NDT e coeficientes de digestibilidade aparente também mais baixos, com exceção do CDAMS (69,3%) e CDAENN (79,7%), que os verificados para CGSM no presente estudo.

Uma explicação plausível para estes valores percentuais maiores com relação aos estudos citados na literatura, acima mencionados, além da provável maior contaminação com farelo de soja nas CGSM do presente experimento, pode ser o maior tempo de adaptação dos animais a CGSM verificados no presente estudo. No trabalho de QUICKE et al. (1959) foram utilizados apenas 10 dias de adaptação, seguidos de 10 dias de coleta, e os animais apresentaram fezes amolecidas durante o experi-

Tabela 2. Médias por tratamento, média geral e resultados da análise de regressão dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), matéria orgânica (CDAMO), proteína bruta (CDAPB), extrato etéreo (CDAEE), fibra bruta (CDAFB) e extrativos não nitrogenados (CDAENN) e dos nutrientes digestíveis totais (NDT).

| Parâmetros (%) | Médias por tratamento |                |                |                |                | CV    | F     | P <    | N <sup>x</sup> | Média geral | r <sup>2</sup> | Início |
|----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|-------|--------|----------------|-------------|----------------|--------|
|                | T <sub>1</sub>        | T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> | T <sub>4</sub> | T <sub>5</sub> |       |       |        |                |             |                |        |
| CDAMS          | 51,17                 | 54,29          | 57,55          | 63,10          | 65,39          | 8,83  | 24,71 | 0,0001 | 1              | 57,88       | 0,5406         | A      |
| CDAMO          | 58,07                 | 61,37          | 62,57          | 67,76          | 66,31          | 7,47  | 10,34 | 0,0041 | 1              | 62,82       | 0,0330         | A      |
| CDAPB          | 37,13                 | 42,39          | 50,85          | 63,02          | 60,85          | 12,95 | 49,52 | 0,0001 | 1              | 49,79       | 0,7022         | A      |
| CDAEE          | 34,61                 | 56,87          | 54,77          | 55,79          | 63,02          | 25,78 | 8,41  | 0,0086 | 1              | 52,77       | 0,2859         | A      |
| CDAFB          | 73,67                 | 76,01          | 74,70          | 73,27          | 68,28          | 9,71  | 1,46  | 0,2416 | 2              | 73,18       | 0,1437         | A      |
| CDAENN         | 48,48                 | 54,87          | 58,84          | 67,39          | 73,58          | 11,75 | 37,55 | 0,0001 | 1              | 60,04       | 0,6414         | A      |
| NDT            | 48,20                 | 54,11          | 56,53          | 64,56          | 67,05          | 8,93  | 40,72 | 0,0001 | 1              | 57,53       | 0,6597         | A      |

P < 0,01 = efeito altamente significativo; P < 0,05 = efeito significativo; P ≥ 0,05 = efeito não significativo; CV = coeficiente de variação; N<sup>x</sup> onde x é 1 = efeito linear e onde x é 2 = efeito quadrático; r<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; início A = ascendente e D = descendente.

mento. Nas pesquisas realizadas por HINTZ et al. (1964), embora não hajam referências a problemas de fezes amolecidas, foram utilizados períodos de adaptação também muito curtos (dez dias) seguidos de períodos de coletas de sete dias. No presente estudo foram utilizados 21 dias de adaptação às dietas dos 28 dias totais do período experimental.

Dos 23 ovinos utilizados no presente experimento, nove apresentaram fezes amolecidas durante o mesmo (um do T<sub>3</sub>, os três do T<sub>4</sub> e os cinco do T<sub>5</sub>). Destes nove animais, três (um do T<sub>4</sub> e dois do T<sub>5</sub>) chegaram ao final do experimento apresentando as fezes praticamente normais (formando "pellets" redondos ou ovalados). Este fato, acrescido ao detalhe não menos importante de que os dois animais do T<sub>5</sub> que apresentaram os melhores resultados individuais com relação a NDT, CDAMS, CDAMO, CDAPB e CDAENN foram justamente os que ao final do experimento apresentaram as fezes praticamente normais (T<sub>5</sub>R<sub>3</sub> e T<sub>5</sub>R<sub>4</sub>) vêm a confirmar a presença de fibras efetivas na CGS e, possivelmente, indicar a necessidade de períodos de adaptação ainda maiores para animais consumindo CGS. Estes aspectos trazem a suspeita da subestimação nos valores dos coeficientes de digestibilidade aparente de nutrientes e NDT para CGS nos estudos citados e, também, no presente estudo.

Os dados médios da digestibilidade *in vivo* (aparente) das dietas foram obtidos através de cinco repeti-

ções por tratamento (com exceção do T<sub>4</sub> que teve só três repetições) e analisados estatisticamente, enquanto os dados médios obtidos na digestibilidade *in vitro* das dietas não foram analisados estatisticamente e são médias de quatro repetições feitas a partir de análise laboratorial da amostra composta de cada dieta oferecida. Na Tabela 3 estão os dados médios obtidos na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e da matéria orgânica, conjuntamente com os coeficientes de digestibilidade aparente *in vivo* encontrados para matéria seca (CDAMS) e matéria orgânica (CDAMO) das dietas experimentais.

Geralmente a digestibilidade aparente *in vivo* apresenta resultados superiores a digestibilidade *in vitro*, uma vez que está última só utiliza uma enzima, o que justifica o verificado até o tratamento três (T<sub>3</sub>).

Todavia, constata-se claramente que no T<sub>4</sub> e no T<sub>5</sub> (os tratamentos com maior quantidade de CGS) as digestibilidades da matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO), apresentaram valores percentuais mais baixos pela técnica *in vivo*, comparada com a técnica *in vitro*. Em estudo realizado

Tabela 3. Dados médios por tratamento da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e da matéria orgânica (DIVMO) e dos coeficientes de digestibilidade aparente *in vivo* da matéria seca (CDAMS) e matéria orgânica (CDAMO).

| Tratamentos                         | DIVMS | DIVMO | CDAMS | CDAMO |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| T <sub>1</sub> (100% PAT)           | 36,20 | 39,83 | 51,17 | 58,07 |
| T <sub>2</sub> (75% PAT + 25% CGSM) | 50,81 | 56,01 | 54,29 | 61,37 |
| T <sub>3</sub> (50% PAT + 50% CGSM) | 53,26 | 55,58 | 57,55 | 62,57 |
| T <sub>4</sub> (25% PAT + 75% CGSM) | 68,52 | 68,42 | 63,10 | 67,76 |
| T <sub>5</sub> (100% CGS)           | 69,27 | 67,45 | 65,39 | 66,31 |

por QUICKE et al. (1959) as digestibilidades *in vitro* da celulose e da fibra bruta de CGS após 48 horas de incubação foram, respectivamente, 96,2% e 96,7%. Em análise ulterior, a digestibilidade *in situ* média da celulose de CGS, em um período de 30 horas, foi de 96%, mostrando boa concordância com a digestibilidade medida *in vitro*. Todavia, num ensaio *in vivo* com ovinos, os mesmos autores encontraram, quando forneceram CGS como único alimento, coeficientes de digestibilidade aparente de 57 e 54% para fibra bruta e celulose, respectivamente.

Em pesquisa realizada por NAKAMURA & OWEN (1989), apesar da diferença não ser significativa ( $P \geq 0,05$ ), a taxa de passagem de cascas de grão de soja (CGS) aumentou 8% quando as quantidades de CGS da dieta dobraram. Estes autores argumentaram que um aumento de 8% na taxa de passagem pode deprimir consideravelmente a extensão da digestão no rúmen. Portanto, é possível que uma passagem mais rápida da digesta pelo rúmen-retículo, desfavorável a uma maior digestão ruminal, tenha ocorrido nos  $T_4$  e  $T_5$ . Também uma possível compensação da digestão na seqüência do trato digestivo não ocorreu ou não foi satisfatória. Estes fatos explicariam os maiores valores percentuais de digestibilidade obtidos para MS e MO pela técnica "in vitro" com relação a "in vivo" somente para estes tratamentos ( $T_4$  e  $T_5$ ).

A rápida passagem da digesta pelo rúmen-retículo, que certamente ocorreu nos  $T_4$  e  $T_5$ , talvez possa ser reduzida com um período de adaptação maior. Este certamente também seria benéfico na formação de uma flora e fauna microbiana ruminal mais adequada para aumentar a digestão da CGS no rúmen.

## CONCLUSÕES

A casca do grão de soja apesar de apresentar alto valor em fibras, que são efetivas para estimular a salivação, a ruminação e manter um ambiente ruminal satisfatório, possui alto valor nutritivo para ruminantes, e aqui subentende-se energético, podendo ser realmente considerada um ingrediente "concentrado - volumoso" ou "volumoso - concentrado".

A casca do grão de soja, possivelmente, requer um período de adaptação maior que o comumente usado para outros ingredientes volumosos, à fim de obter-se melhores resultados de digestibilidade e desempenho com relação a ruminantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, K.N., MERRIL, J.K., MCDONNELL, M.L. et al. Digestibility and utilization of mechanically processed soybean hulls by lambs and steers. *Journal of Animal Science*, Albany, v. 66, n. 11, p. 2965-2976, 1988.
- CHASE JÚNIOR, C.C., HIBBERD, C.A. Utilization of low-quality native grass hay by beef cows fed increasing quantities of corn grain. *Journal of Animal Science*, Albany, v. 65, n. 2, p. 557-566, 1987.
- FIRKINS, J.L., EASTRIDGE, M.L. Replacement of forage or concentrate with combinations of soyhulls, sodium bicarbonate, or fat for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 75, n. 10, p. 2752-2761, 1992.
- GRIGSBY, K.N., KERLEY, J.K., PATERSON, J.A. et al. Site and extent of nutrient digestion by steers fed a low-quality bromegrass hay diet with incremental levels of soybean hull substitution. *Journal of Animal Science*, Albany, v. 70, n. 6, p. 1941-1949, 1992.
- HARRIS, L. Os métodos químicos e biológicos empregados na análise de alimentos. Gainesville, 1970. 147 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade da Flórida, 1970.
- HIGHFILL, B.D., BOGGS, D.L., AMOS, H.E. et al. Effects of high fiber energy supplements on fermentation characteristics and in vivo and in situ digestibilities of low quality fescue hay. *Journal of Animal Science*, Albany, v. 65, n. 1, p. 224-234, 1987.
- HINTZ, H.F., MATHIAS, M.M., LEY JUNIOR, H.F. et al. Effects of processing and of feeding hay on the digestibility of soybean hulls. *Journal of Animal Science*, Albany, v. 23, n. 1, p. 43-46, 1964.
- HSU, J.T., FAUKNER, D.B., GARLEB, K.A. et al. Evaluation of corn fiber, cottonseed hulls, oat hulls and soybean hulls as roughage sources for ruminants. *Journal of Animal Science*, Albany, v. 65, n. 1, p. 244-255, 1987.
- KORNEGAY, E.T. Feeding value and digestibility of soybean hulls for swine. *Journal of Animal Science*, Albany, v. 47, n. 6, p. 1272-1280, 1978a.
- KORNEGAY, E.T. Soybean hulls for growing, finishing swine. *Feedstuffs*, v.50, n. 18, p. 24-26, 1978b.
- MARTIN, S.K., HIBBERD, C.A. Intake and digestibility of low-quality native grass hay by beef cows supplemented with grade levels of soybean hulls. *Journal of Animal Science*, Albany, v. 68, n. 12, p. 4319-4325, 1990.
- MÜHLBACH, P.R.F. Soja: a casca não vai fora. *A Granja*, Porto Alegre, v. 46, n. 503, p. 28-30, 1990.
- NAKAMURA, T., OWEN, F.G. High amounts of soyhulls for pelleted concentrate diets. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 72, n. 4, p. 988-994, 1989.
- QUICKE, G.V., BENTLEY, O.G., SCOTT, H.W. et al. Digestibility of soybean hulls and flakes and the in vitro digestibility of the cellulose in various milling by-products. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 42, n. 1, p. 185-186, 1959.
- SARWAR, M., FIRKINS, J.L., EASTRIDGE, M.L. Effect of replacing neutral detergent fiber of forage with soyhulls and corn gluten feed for dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 74, n. 3, p. 1006-1017, 1991a.
- SARWAR, M., FIRKINS, J.L., EASTRIDGE, M.L. Effect of replacing forage NDF with soyhull NDF and varying levels of nonstructural carbohydrates (NSC) on nutrient digestion and milk production by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 74, supplement 1, abstracts n. P25, p. 150, 1991b.