

Degradabilidade ruminal *in situ* da matériaseca e proteína bruta do farelo e dos grãos de soja extrusados

In situ ruminal degradability of dry matter and crude protein from soybean meal and extruded whole soybean

CORRESPONDÊNCIA PARA:
Carlos de Sousa Lucci
Departamento de Nutrição e
Produção Animal
Faculdade de Medicina Veterinária
e Zootecnia da USP
Av. Duque de Caxias Norte, 225.
Caixa Postal 23.
13630-970 - Pirassununga - SP
e-mail: sandralucci@fmvz.usp.br

1-Zootecnista
2-Departamento de Nutrição e
Produção Animal da Faculdade de
Medicina Veterinária e Zootecnia da
USP - SP
3-Médico Veterinário

Marcelo Landim BRISOLA¹; Carlos de Sousa LUCCI²; Laércio MELOTTI³; Vanessa KODAIRA³

RESUMO

Três novilhas mestiças Holandesas, dotadas de cânulas ruminais, foram utilizadas para comparar as taxas de degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de três tratamentos: A) farelo de soja; B) grão de soja semi-integral extrusado; e C) grão de soja integral extrusado, através da técnica de sacos de náilon *in situ*. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, considerando as variáveis tratamentos, animais e repetições. Os resultados mostraram que a degradabilidade ruminal dos grãos de soja integrais ou semi-integrais e extrusados foi menor do que a degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína do farelo de soja. Também ficou evidente que a retirada prévia de parte de gordura dos grãos (grãos de soja semi-integrais) provocou diminuição na degradabilidade ruminal.

UNITERMOS: Soja; Alimentação animal; Proteína bruta.

INTRODUÇÃO

A extrusão tem sido empregada como processamento final de rações comumente destinadas a animais de estimação. O uso de rações completas extrusadas para animais de produção é ainda incipiente; contudo, o emprego de matérias-primas extrusadas na confecção de rações para aves e suínos torna-se cada vez mais comum. Em ruminantes, o aumento crescente da produtividade tem ocasionado, entre outros fatores, demanda por maior variabilidade e qualidade de matérias-primas para confecção das dietas. Nutricionalmente, trabalha-se cada vez mais com conceitos de degradabilidade de proteína no rúmen, visando otimizar a eficiência do metabolismo nitrogenado^{3,15}. É bastante conhecido o emprego da soja e seus subprodutos como fontes de proteína, sendo que, tradicionalmente, o farelo resultante da extração do óleo é constituinte de grande parte de misturas concentradas. Também o emprego do grão de soja torna-se cada vez mais comum, todavia sua utilização em maiores quantidades para ruminantes apresenta alguns inconvenientes, como presença de gordura insaturada e de

fatores antinutricionais. O uso do calor, recomendado para inativação dos fatores antinutricionais, também causa modificação das propriedades nutricionais da proteína. A tostagem da soja diminui a taxa de degradabilidade da proteína bruta (PB) no rúmen^{7,8,14,15,18}. A extrusão é um processo eficiente na eliminação de fatores antinutricionais, como a β -Conglicinina¹⁴; também requer temperaturas elevadas, que alteram a solubilidade da proteína da soja, principalmente pela formação de ligações dissulfídicas¹⁹, conferindo maior resistência à degradação pelos microrganismos do rúmen¹⁰ e, conseqüentemente, possibilitando a alteração da degradabilidade ruminal. Tal fato também foi observado com grãos do tremoço branco que, tratados por extrusão, apresentaram diminuição da degradabilidade ruminal da proteína⁵. O grão de soja integral extrusado é fonte de ácidos graxos insaturados, que poderia, em certos casos, aumentar a produção de leite e alterar sua composição da gordura, bem como modificar, ainda, a gordura de composição da carcaça²¹. O processo de extrusão promove rompimento celular, liberando o elevado teor de óleo contido no grão de soja. Nos experimentos de degradabilidade *in situ*, este fato poderia

ocasionar tamponamento dos poros dos sacos de náilon colocados no rúmen, comprometendo os resultados¹⁴. Muitos trabalhos foram conduzidos para determinar a taxa de degradabilidade ruminal da PB do farelo de soja como encontrado no comércio^{4,6,9,11,12,23} ou modificado por tratamentos químicos^{23,24} ou físicos¹⁵. O calor é um tratamento importante a ser considerado, uma vez que o farelo de soja não aquecido apresenta taxa de degradabilidade ruminal de 86%, mas quando submetido a 140 graus centígrados sua degradabilidade cai para apenas 18%¹⁵.

O objetivo deste trabalho foi determinar as taxas de degradabilidade potencial e efetiva da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) da soja integral extrusada, da soja semi-integral (parcialmente desengordurada) extrusada, e do farelo de soja, utilizando-se para tal a técnica dos sacos de náilon *in situ* em novilhas mestiças Holandesas equipadas com cânula ruminal.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Campus de Pirassununga, em fevereiro e março de 1994. Os animais ficaram permanentemente estabulados, sendo a coleta do material experimental precedida por um período de 20 dias de adaptação. Foram utilizadas três novilhas mestiças da raça Holandesa com 20 meses de idade e pesando em média 350 kg, ao início do experimento, todas dotadas de cânula ruminal, para comparar as degradabilidades da MS e PB de três tratamentos: A) farelo de soja (FS); B) soja semi-integral extrusada (SSIE); C) soja integral extrusada (SIE). A dieta, única para todos os tratamentos, foi formulada segundo as recomendações do NRC¹⁵, consistindo de 3 kg diários de mistura de concentrados por animal, fornecidos em duas

refeições, e cana-de-açúcar picada, administrada *ad libitum*. A composição da mistura de concentrados consta da Tab. 1.

A soja extrusada foi obtida de fábrica de rações, onde era processada em escala industrial, ou seja: os grãos eram previamente aquecidos (a aproximadamente 50°C) e laminados; em seguida, o material recebia água para atingir cerca de 25% de umidade, sendo então extrusado à temperatura de 165°C e depois resfriado, moído e ensacado imediatamente após a saída da extrusora. No caso da soja semi-integral extrusada, o material era tratado com solventes logo após a laminação e antes da extrusão, atingindo, ao final do processo,

Tabela 1

Composição da mistura de concentrados, em porcentagens na matéria seca. Pirassununga - SP, 1994.

Ingrediente	Porcentagem
Milho em grãos, moído	37,75
Soja integral extrusada	40,00
Farelo de soja	20,00
Calcário calcítico	1,25
Sal mineral	1,00

Tabela 2

Composição bromatológica do farelo de soja (FS), da soja semi-integral extrusada (SSIE), da soja integral extrusada (SIE), da mistura concentrada (MC) e da cana-de-açúcar (CA). Pirassununga - SP, 1994.

Composição	FS	SSIE	SIE	MC	CA
MS (%)	90,74	90,11	92,25	91,47	24,12
PB (% na MS)	44,72	43,96	41,99	25,91	2,16
EE (% na MS)	1,89	11,89	22,25	9,82	1,11
Ca (% na MS)	0,27	0,28	0,20	0,80	-
P (% na MS)	0,68	0,71	0,46	0,55	-

Tabela 3

Porcentagens médias de degradabilidade da MS e PB do farelo de soja (FS), da soja semi-integral extrusada (SSIE) e soja integral extrusada (SIE)¹ por tempo de incubação e respectivos coeficientes de variação (CV). Pirassununga - SP, 1994.

Tempos de Incubação (h)	Matéria Seca Tratamentos			CV (%)	Proteína Bruta Tratamentos			CV (%)
	FS	SSIE	SIE		FS	SSIE	SIE	
0	24,53 a	17,93 b	17,14 b	6,81	5,75 a	2,92 b	4,52 a	33,50
1,5	54,53 a	50,77 b	54,04 ab	6,13	41,82 a	23,13 c	33,24 b	20,04
3	58,54 a	55,23 b	59,67 a	5,34	47,46 a	28,60 c	39,36 b	14,63
6	71,38 a	63,04 b	68,73 a	4,75	61,55 a	38,09 c	50,72 b	14,32
12	86,89 a	74,02 c	80,77 b	2,31	84,09 a	55,24 c	68,35 b	4,13
24	97,80 a	91,85 c	95,17 b	2,33	98,73 a	85,84 c	92,70 b	4,58
48	99,08 a	98,69 a	99,07 a	0,72	99,49 a	98,40 b	99,25 ab	0,93

¹ Letras diversas na mesma linha indicam médias significativamente diferentes (p<0,05).

aproximadamente 12% de extrato etéreo.

Para a degradabilidade *in situ* foram empregados sacos de náilon medindo 7 cm de largura por 14 cm de comprimento, com porosidade média de 60 micrômetros, incubados nos tempos de 1,5h, 3h, 6h, 12h, 24h e 48h, conforme Mehrez; Orskov¹³. Cada animal recebeu seis sacos de cada tratamento, totalizando dezoito (6 tempos de incubação x 3 tratamentos). Para que não fossem incubados mais do que nove ao mesmo tempo, foi estabelecida a seguinte rotina: às 6 horas, início da incubação, sendo colocados 9 sacos; às 18 horas, retirada de 3 sacos (tempo 12h), às 6 horas do dia seguinte, retirada de mais 3 sacos (tempo 24h) e entrada de mais 6 sacos; às 9 horas do segundo dia, retirada de 3 sacos daqueles colocados no segundo dia (tempo 3h) e colocação de mais 3 sacos; às 10 horas e 30 minutos, retirada dos 3 sacos colocados por último (tempo 1,5h); às 12 horas, retirada de 3 sacos colocados naquela manhã (tempo 6h); finalmente, às 6 horas do terceiro dia, retirada dos últimos 3 sacos (tempo 48h). Note-se que para cada tempo de incubação foram retirados 3 sacos, cada um correspondendo a um tratamento, que todo este processo foi realizado para cada animal, e que cada ensaio, com duração de 48 horas, foi repetido 4 vezes. Para obtenção de dados no tempo zero, os sacos com os tratamentos foram colocados em recipientes com água a 39°C por período de 10 minutos. Após a incubação, todos os sacos, inclusive os correspondentes ao tempo zero, foram lavados manualmente em água corrente, até que o líquido da lavagem fluisse incolor, sendo então colocados em estufa a 65°C com ventilação forçada por 72 horas, para posteriores análises de

MS e PB². Considerou-se degradada a fração da MS ou da PB desaparecida durante a incubação. Os dados de degradabilidade foram ajustados à equação $p = a + b(1 - e^{-ct})^{16}$ onde “p” é a degradabilidade potencial em função do tempo “t”, “a” é a fração rapidamente degradável, “b” é a fração potencialmente degradável, “c” é a taxa de degradação da fração “b” por hora e “a + b” o potencial de degradabilidade (pd). As taxas de degradabilidade efetiva foram obtidas com o emprego da equação $p' = a + (bc/c + r)^1$, onde “p'” é a degradabilidade efetiva e “r” é a taxa de renovação do conteúdo ruminal por hora, considerada para os animais de manutenção como igual a 0,02; os valores de “a”, “b” e “c” são os obtidos a partir da equação de Ørskov; McDonald¹⁶.

Cálculos de degradabilidade potencial e efetiva, bem como os da análise estatística, foram realizados com o uso do programa SAS²⁰. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado¹⁷, considerando-se os quatro ensaios como repetições no tempo; desta forma, as fontes de variação consistiram dos tratamentos, animais e repetições. Em uma primeira abordagem dos resultados, consideraram-se as quantidades de MS e PB degradadas no rúmen, tomando-se em separado os diversos tempos de incubação. Numa segunda, foram considerados como variáveis os valores de “a”, “b”, “c” e “pd”, obtidos a partir da equação de Ørskov; McDonald¹⁶, e os valores de “p'” (degradabilidade efetiva), conforme AFRC¹. Para comparação de médias de tratamentos, foi empregado o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade¹⁷.

Tabela 4

Valores de “a”, “b”, “c”, degradabilidade potencial (dp), degradabilidade efetiva (p') com valores de “r” iguais a 0,02, 0,05 e 0,08, da MS e PB do farelo de soja (FS), da soja semi-integral extrusada (SSIE) e da soja integral extrusada (SIE)¹, e respectivos coeficientes de variação (CV). Pirassununga - SP, 1994.

	Matéria Seca				Proteína Bruta			
	Tratamentos				Tratamentos			
	FS	SSIE	SIE	CV (%)	FS	SSIE	SIE	CV (%)
a ²	29,47 a	26,90 b	23,89 c	9,03	11,80 a	8,56 b	12,04 a	26,48
b ²	68,21 b	67,83 b	70,15 a	2,23	87,06 b	95,94 a	87,57 b	5,03
c ²	0,19 a	0,15 b	0,22 a	19,45	0,18 a	0,07 c	0,11 b	27,48
dp ³	97,67 a	94,73 b	94,03 b	1,84	98,87 b	104,49 a	99,61 b	2,50
p ¹⁴ (r=0,02)	90,82 a	86,06 c	87,86 b	1,17	89,35 a	81,16 c	84,90 b	1,38
p ¹⁴ (r=0,05)	82,85 a	76,71 c	80,51 b	1,42	78,57 a	62,00 c	70,48 b	3,57
p ¹⁴ (r=0,08)	76,77 a	70,01 c	74,73 b	1,91	70,52 a	50,93 c	60,95 b	5,23

¹ Letras diferentes na mesma linha indicam médias significativamente diferentes (p<0,05);

² Valores obtidos através da equação de Ørskov; McDonald¹⁶;

³ dp = a + b,

⁴ Valores obtidos a partir da equação $p' = a + (bc/c + r)$, segundo AFRC¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises bromatológicas do FS, SSIE e SIE, da mistura concentrada e da cana-de-açúcar encontram-se na Tab. 2.

Na Tab. 3, encontram-se as porcentagens médias de degradabilidade da MS e PB dos tratamentos, por tempo de incubação, bem como os respectivos coeficientes de variação, em porcentagens.

Em termos de degradabilidade da MS, os dados mostram que o tratamento com soja semi-integral extrusada (SSIE), a partir de 3 horas de incubação, apresenta valores menores em relação aos demais tratamentos. A soja integral extrusada (SIE) com 12 e 24 horas de incubação mostrou números inferiores em relação ao farelo de soja (FS). Entre os materiais extrusados, aquele com maior teor de óleo (SIE, com 22,2%) apresentou degradabilidade superior ao submetido a retirada parcial de óleo (SSIE, com 11,8%), com 3 horas ou mais de incubação. Há sugestões de que o elevado teor de óleo de um material incubado obstrui os poros dos sacos de náilon, levando a menores taxas de degradação¹⁴. Neste caso específico, o tratamento que possuía maior teor de graxa (SIE) não foi o que apresentou a menor degradabilidade em qualquer dos tempos estudados. Como a degradabilidade da MS de todos os tratamentos foi próxima a 100% após 48 horas de incubação, com certeza foi suficiente o tempo de incubação total, para o presente experimento.

Já no caso da PB, excetuando-se às 48h de incubação, as taxas de degradabilidade da soja extrusada parcialmente desengordurada (SSIE) foram sempre inferiores às da soja integral extrusada (SIE), por sua vez, exceto no tempo 0h, inferiores às do farelo de soja (FS). Nota-se também, na Tab. 3, que com 24 horas de incubação praticamente toda a proteína da soja, nas três formas comparadas, já estava degradada, o que também foi registrado por outros autores, no caso específico do farelo de soja¹². Contudo, até as 12 horas, fica patente a diferença entre as taxas de degradabilidade na PB dos grãos de soja submetidos a extrusão, relativamente à PB do farelo de soja. Isto pode ser explicado pela diminuição na solubilidade da proteína, ocorrida após a extrusão, supostamente em decorrência de alterações principalmente na sua composição estrutural^{10,19}. Através da análise da degradabilidade da fração protéica, pode-se mais uma vez constatar o fato de o tratamento com maior teor de gordura (SIE) não ter apresentado a menor taxa de degradabilidade da proteína, em qualquer dos tempos analisados, repetindo os resultados da MS.

A Tab. 4 apresenta análise dos valores "a", "b" e "c", degradabilidade potencial (dp) e efetiva (p') da MS e PB do farelo de soja, conforme as equações de Ørskov; McDonald¹⁶ e AFRC¹, considerando o valor de "r" = 0,02, apropriado para animais com exigências apenas de manutenção. A degradabilidade efetiva foi calculada também para "r" = 0,05

e "r" = 0,08, para fins de discussão.

Quando analisados os dados ajustados à equação de Ørskov; McDonald¹⁶ (Tab. 4), nota-se que a fração rapidamente degradável (a) da MS é significativamente inferior para o tratamento com elevado teor de graxa (SIE) em relação ao tratamento com médio teor (SSIE), que por sua vez tem fração inferior ao tratamento com pouca graxa (FS), este último próximo ao encontrado por outros autores¹¹. Contudo, observando-se a fração lentamente degradável (b) e a taxa de degradação da fração "b" por hora (c), verifica-se que esta situação foi modificada, com os valores da SIE superando, ou, no caso do farelo de soja, igualando os outros tratamentos. A fração protéica, por outro lado, apresentou degradabilidade da fração rapidamente solúvel (a) para o FS, inferior aos encontrados em outros trabalhos^{6,11}. Alguns autores⁶ já haviam indicado a alta variabilidade dos dados existentes sobre a fração protéica rapidamente solúvel do farelo de soja.

A degradabilidade efetiva (p') mostrou os mesmos resultados tanto para MS como para PB: o FS apresentou taxas de degradabilidade mais elevadas que a SIE; esta, por sua vez, revelou taxas superiores a SSIE. Os dados de degradabilidade efetiva mostram quanto da fração do alimento é degradada no rúmen, já considerando a taxa de renovação do conteúdo ruminal (para este experimento, r = 0,02). Os valores de degradabilidade efetiva da PB (89,35%, 81,16% e 84,90% respectivamente para FS, SSIE e SIE) poderiam ser mais diferenciados ainda no caso de animais em produção. Com r = 0,08, valor indicado para vacas em lactação produzindo quantidades de leite elevadas¹, os valores teóricos seriam: 70,52%, 50,93% e 60,95%, respectivamente para FS, SSIE e SIE. Foi encontrada taxa de degradabilidade da proteína do farelo de soja igual a 83% com "r" = 0,05⁴; 58,1% com "r" = 0,05²²; 59,3% com "r" = 0,07¹¹ com vacas em lactação, utilizando-se portanto maiores taxas de renovação ruminal. Com carneiros, foram registradas taxas de degradabilidade de 81,5% e 62,0%, utilizando-se "r" igual a 0,02, respectivamente por Cozzi *et al.*⁶ e Urbaniak²³. Empregando-se metodologias diversas para cálculo de degradabilidade, com novilhos, foram estimados valores de 71,3%⁹, 85,3%¹⁸ e 61,2%²⁴. Nota-se, portanto, que a degradabilidade efetiva aqui observada para a proteína do farelo de soja pode ser considerada elevada. Mehrez; Ørskov¹³, num trabalho com gado adulto em manutenção e "r" = 0,05, estudaram a degradabilidade efetiva do grão de soja integral, sem qualquer tratamento, acusando 43,9% de degradabilidade, sendo este inferior aos dados obtidos com a soja integral tratada por calor, cujos valores alcançaram em torno de 50,0%. A temperatura às vezes é suficiente para inativar os fatores antinutricionais presentes no grão de soja, mas insuficiente para alterar a degradabilidade ruminal da proteína¹⁴. A degradabilidade efetiva da proteína do grão de soja integral extrusado (SIE) observada neste trabalho foi muito superior a esses valores (84,90%), porém a temperatura utilizada no processamento foi de 165 graus centígrados, além do procedimento ter sido diverso.

CONCLUSÕES

Nas condições específicas em que foi desenvolvido o presente trabalho, puderam ser emitidas as seguintes conclusões:

1) as taxas de degradabilidade ruminal da MS e PB dos grãos de soja extrusados, submetidos previamente ou não à

extração parcial da gordura, foram inferiores às taxas observadas para a MS e PB do farelo de soja;

2) entre os grãos de soja extrusados, a retirada prévia de parte da gordura dos grãos resultou em diminuição da taxa de degradabilidade da MS e PB.

SUMMARY

Three rumen fistulated crossbred Holstein heifers were used to evaluate dry matter and crude protein rumen degradability of three treatments as follows: A) soybean meal (FS); B) extruded semi-whole soybean grains (SSIE); and extruded whole soybean grains (SIE). Experimental design was completely randomized, isolating treatments, animals and replicates in statistical analysis. Results showed that rumen degradability for semi whole or whole extruded soybean grains were lower than for soybean meal. Defatting the whole soybean grain before extrusion resulted in lower protein degradability rates.

UNITERMS: Soybean; Animal feeding; Crude protein.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- AFRC - Agricultural and Food Research Council. **Technical committee on responses to nutrients.** Nutritive Requirements of Ruminant Animals: Protein. Nutrition Abstracts and Reviews, v.62, n.12, p.787-835, 1992.
- 2- AOAC - Association of Official Agricultural Chemists. **Official methods of analysis.** 13.ed. Washington D.C : AOAC, 1985.
- 3- ARC - Agricultural Research Council. **The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock.** Inglaterra : Unwin Brothers, 1980.
- 4- ARMENTANO, L.E.; HERRINGTON, T.A.; POLAN, C.E.; MOE, A.J.; HERBEIN, J.H.; UMSTADT, P. Ruminal degradation of dried brewers grains, wet brewers grains, and soybean meal. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.2124-33, 1986.
- 5- BENCHAAAR, C.; MONCOULON, R.; BAYOURTHE, C.; VERNAY, M. Effects of a supply of raw or extruded white lupin seeds on protein digestion and amino acid absorption in dairy cows. **Journal of Animal Science**, v.72, p.492-501, 1994.
- 6- COZZI, G.; ANDRIGHETTO, I.; BERZAGHI, P.; ANDREOLI, D. Feather and blood meal as partial replacer of soybean meal in protein supplements for sheep. **Small Ruminant Research**, v.15, p.239-45, 1995.
- 7- HADJIPANAYIOTOU, M. Effect of feeding heat treated soybean meal on the performance of lactating Damascus goats. **Small Ruminant Research**, v.18, p.105-11, 1995.
- 8- HUSSEIN, G.S.; CAMERON, M.R.; FAHEY Jr., G.C.; MERCHEN, N.R.; CLARK, J.H. Influence of altering ruminal degradation of soybean meal protein on *in situ* ruminal fiber disappearance of forages and fibrous byproducts. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2428-37, 1995.
- 9- LOERCH, S.C.; BERGER, L.L.; PLEGGE, S.D.; FAHEY Jr., G.C. Digestibility and rumen escape of soybean meal, blood meal, meat and bone meal and dehydrated alfalfa nitrogen. **Journal of Animal Science**, v.57, n.4, p.1037-47, 1983.
- 10- LUCCHI, C.S. **Nutrição e manejo de bovinos leiteiros.** São Paulo : Manole, 1997. 169p.
- 11- MAIGA, H.A.; SCHINGOETHE, D.J.; HENSON, J.E. Ruminal degradation, amino acid composition, and intestinal digestibility of the residual components of five protein supplements. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.1647-53, 1996.
- 12- MATSUMOTO, M.; KOBAYASHI, T.; ITABASHI, H.; ØRSKOV, E.R. Investigations of the protection of soybean meal and amino acids from rumen degradation with whole blood treatment. **Animal Feed Science Technology**, v.56, p.37-43, 1995.
- 13- MEHREZ, A.Z; ØRSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v.88, p.645-50, 1977.
- 14- MIR, Z.; MacLEOD, G.K.; BUCHANAN-SMITH, J.G.; GRIEVE, D.G.; GROVUM, W.L. Methods for protecting soybean and canola proteins from degradation in the rumen. **Canadian Journal of Animal Science**, v.64, p.853-65, 1984.
- 15- NRC - National Research Council. **Nutrient requirements of dairy cattle.** Washington, D.C. : National Academy Press, 1989.
- 16- ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.92, p.499-503, 1979.
- 17- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** Piracicaba : FEALQ, 1985.
- 18- PLEGGE, S.D.; BERGER, L.L.; FAHEY Jr., G.C. Effect of roasting temperature on the proportion of soybean meal nitrogen escaping degradation in the rumen. **Journal of Animal Science**, v.61, n.5, p.1211-8, 1985.
- 19- PRUDÊNCIO-FERREIRA, S.H.; ARÊAS, J.A.G. Protein-protein interactions in the extrusion of soya at various temperatures and moisture contents. **Journal of Food Science**, v.58, n.2, p.378-84, 1993.
- 20- SAS®. **SAS/STAT USER'S Guide**, Version 6. 4.ed. Cary, NC : SAS Institute, 1989. 846p.
- 21- SCHINGOETHE, D.J.; BROUK, M.J.; LIGHTFIELD, K.D.; BAER, R.J. Lactational responses of dairy cows fed unsaturated fat from extruded soybean or sunflower seeds. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.1244-9, 1996.
- 22- STANFORD, K.; McALLISTER, T.A.; XU, Z.; PICKARD, M.; CHENG, K.J. Comparison of lignosulfonate-treated canola meal and soybean meal as rumen undegradable protein supplements for lambs. **Canadian Journal of Animal Science**, v.75, p.371-7, 1995.
- 23- URBANIAK, M. Effects of blood meal, fish meal, soybean meal or casein on rumen protein metabolism in lambs. **Small Ruminant Research**, v.18, p.207-12, 1995.
- 24- VANDER AAR, P.J.; BERGER, L.L.; FAHEY Jr., G.C.; MERCHEN, N.R. Effect of alcohol treatments of soybean meal on ruminal escape of soybean meal protein. **Journal of Animal Science**, v.59, n.2, p.483-9, 1984.

Recebido para publicação: 29/04/1997
Aprovado para publicação: 26/02/1999