

Degradabilidade ruminal do farelo de algodão e da soja crua em bovinos recebendo bagaço de cana-de-açúcar submetido a tratamentos alcalinos

Degradability of cotton seed meal and raw soybean with rumen fistulated steers receiving sugar cane bagasse treated with alkaline solutions

CORRESPONDENCE TO:
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 -
Brasil
e-mail: cslucci@usp.br

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

Sérgio Carlo Franco MORGULIS¹; Carlos de Sousa LUCCI²; Laércio MELOTTI²

RESUMO

Foram utilizados 6 bovinos machos, mestiços, com 420 kg de peso vivo, dotados de fístula ruminal, para comparar a degradabilidade dos farelos de algodão e do grão de soja crua, em ração que continham 60% de matéria seca como volumoso de bagaço de cana-de-açúcar tratado por: A) solução de soda a 2%; B) solução de cinzas de madeira a 30%; e C) água. Os tratamentos foram feitos por imersão de bagaço nos líquidos e o delineamento escolhido foi do tipo *change-over*, com dois grupos de 3 animais cada. Os resultados mostraram que não houve efeito do tratamento do volumoso da ração sobre a degradabilidade das fontes protéicas, e que a degradabilidade efetiva da proteína, com taxa de efluente ruminal 0,02, foi igual a 58,13% para o farelo de soja e 90,64% para o grão de soja crua. Concluiu-se que o tratamento do bagaço de cana-de-açúcar por soda, cinzas ou apenas água não interferiu nas taxas de degradação ruminal do farelo de algodão ou soja crua, em termos de matéria seca e de proteína bruta.

UNITERMOS: Digestibilidade; Farelo de algodão; Soja; Bagaço de cana-de-açúcar; Bovinos

INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

A composição químico-bromatológica do bagaço de cana-de-açúcar (BCA) apresenta baixo conteúdo celular (2 a 3%) e alto teor de carboidratos estruturais (parede celular), possuindo valor elevado de lignina (10 a 20%) e baixo de nitrogênio (menor que 0,32%) (Boin *et al.*⁵, 1987). Como consequência, o BCA *in natura* tem baixa digestibilidade, valor nutritivo inferior e consumo reduzido. Assim ganham interesse, entre outros, os processamentos químicos com a finalidade de aumentar seu valor alimentício e sua aceitação pelos animais.

Jayasuriya¹² (1985), em revisão da literatura, observa que, na maior parte dos experimentos, o regente químico utilizado para tratamento foi o hidróxido de sódio que provocou aumento da digestibilidade entre 10 e 20% e da ingestão, entre 30 a 50%. Entretanto, sua produção é energeticamente dispendiosa, sendo o seu manuseio em fazendas potencialmente perigoso. O alto teor de sódio residual nas forragens tratadas é responsável pelas desvantagens de acelerar a taxa de passagem no trato digestivo e aumentar a excreção de urina.

O hidróxido de potássio (KOH) é um áleali similar, mas fornece somente 70% de íons hidroxil por unidade de peso, em relação ao NaOH. Wilkinson; Santillana²⁶ (1978) demonstraram que o KOH tem valor igual ao NaOH para o tratamento de resíduos,

quando usado em proporção molar 30% maior do que NaOH. A cinza de madeira é uma forma “crua” de KOH. Owen *et al.*¹⁸, (1984) descrevem uma técnica em que palha picada foi imergida por 15 minutos em uma solução de 5 g/kg de cinzas de madeira, utilizando 40 g de cinzas por kg de palha. Nolte *et al.*¹⁴ (1987) estudaram os efeitos da imersão da palha de trigo em soluções alcalinas preparadas com cinzas de madeira, variando de 0,5 a 50% (peso/volume), registrando pH, titularidade e composição mineral. O pH das soluções de cinza variou de 10,2 a 10,6. Foi observado que as cinzas de madeira variam com a região, estação do ano, espécie e parte da planta, entre outros fatores (Adebowale¹, 1985). Palhas tratadas por cinzas de madeira tiveram os teores de matéria orgânica reduzidos e os coeficientes de digestibilidade, *in vitro*, como *in vivo*, aumentados. (Sudana²², 1990; Freitas; Patria⁹, 1989).

As taxas de degradação da proteína do farelo de algodão foram registradas como iguais a 40% (Zinn *et al.*²⁷, 1981); 73% (degradação efetiva) (Kristensen *et al.*¹³, 1982); 87% para 24 horas de incubação (Siddons; Paradine¹⁹, 1983); entre 51% a 70% (ARC⁴, 1980); 59% (NRC¹⁵, 1989); 65,2% para 24 horas de incubação (Valadares Filho *et al.*²⁴, 1991); entre 51% a 63% de degradabilidade efetiva (AFRC², 1992); entre 60,9% e 65,8% por 24 horas de incubação (Castilho *et al.*⁶, 1993).

As taxas de degradação de proteína do grão de soja crua foram registradas como iguais a 71% a 90% (Webster²⁵, 1980); 80%

(Stern *et al.*²¹, 1985); 79,3% de degradabilidade efetiva (Valadares Filho *et al.*²³, 1990), 89,9% para 16 horas de incubação ruminal (Griffin *et al.*¹⁰, 1993); 98,4% de degradabilidade efetiva para 0,02/h de taxa de passagem (Castilho *et al.*⁶, 1993), entre 71 a 90% (ARC⁴, 1980); 86% (NCR¹⁵, 1989).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação de tratamentos do bagaço de cana-de-açúcar por soluções alcalinas de soda cáustica ou de cinzas de madeira, comparados à imersão em água, sobre a degradabilidade ruminal da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) dos farelos de algodão e de soja crua, ambos componentes da ração com 60% de volumoso.

MATERIAL E MÉTODOS

Um ensaio de degradação ruminal com sacos de náilon *in situ*, em bovinos fistulados, foi desenvolvido nas instalações da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, no campus de Pirassununga, da Universidade de São Paulo.

Utilizou-se bagaço de cana-de-açúcar recém-moída, com aproximadamente 50% de MS. Empregaram-se soluções de soda (2% p/v): em caixa de 1000 l colocaram-se 15,3 Kg de soda cáustica com 98% de pureza, completando-se o volume com água, para 700 l. Para cinzas de madeira (30% p/v.), cinzas previamente peneiradas foram colocadas em caixa d'água de 150 l de capacidade; o volume foi completado com água até 250 l, misturando-se; após sedimentação por 2 horas, a solução foi transferida, por sifonagem, para outra caixa de 1000 l, utilizada para a imersão do bagaço. Repetiu-se a operação até que o volume de solução, na segunda caixa, atingisse 700 l. Um terceiro tratamento foi a imersão em água.

Após 6 horas de imersão, o bagaço foi erguido em sacos de malhas de náilon, com auxílio de correntes com catraca, e permaneceu 18 horas suspenso, visando escorrer o excesso de líquido.

Os tratamentos utilizados foram diferentes processamentos do BCA: A = por solução de soda (pH = 11,5); B = por solução de cinzas (pH = 11,0); C = por água (pH = 5,0).

O BCA constituiu 60% das dietas, constantes da Tab. 1.

Tabela 1

Ingredientes usados nas rações dos diversos tratamentos, em porcentagens na matéria seca. Pirassununga, 1990.

INGREDIENTES(%)	TRATAMENTOS		
	SODA (A)1	CINZAS (B)2	ÁGUA (C) 1+2
Bagaço MS (65°C)	60,0	60,0	60,0
Grão de milho moído	16,4	16,4	16,4
Soja grão moída	10,4	10,4	10,4
Farelo de algodão	10,4	10,4	10,4
Premix mineral	1,8	1,8	1,8
Premix vitamínico	1,0	1,0	1,0

1. 30 G NaCl/dia

2. 20 g KCl/dia

Durante todo o transcurso do período experimental, foram adicionados 25 ml de uma solução aquosa de uréia (48%) e sulfato de sódio (8%), via fistula ruminal, uma hora após cada uma das duas refeições. A finalidade era aumentar o nível de nitrogênio não-protético das dietas, visando atingir concentrações de amônia ruminal que garantissem máxima fermentação no interior deste órgão.

Foram utilizados 6 bovinos, mestiços europeu/zebu, dotados de fistula ruminal, com peso médio de 420 kg e 3 anos de idade.

Os sacos de náilon utilizados para incubação dos alimentos no rúmen mediam 7 x 17 cm, com porosidade de 30 a 100 micras. Os pesos aproximados das amostras foram de 5 g.

O delineamento estatístico foi do tipo *change-over*, com dois grupos de três animais cada, e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey (Cochran; Cox⁷, 1957).

Duas refeições eram oferecidas em porções iguais, às 8 horas e às 16 horas, sendo a ingestão controlada diariamente. Volumosos e concentrados foram misturados nos cochos, sendo colhidas amostras das rações no momento em que eram fornecidas.

No início de cada período, os animais foram pesados e os alimentos fornecidos eram limitados em 1,6% (matéria seca) do peso vivo de cada animal.

Para o estudo de degradabilidade do farelo de soja e grão de soja, amostras destes alimentos foram colocadas isoladamente em sacos de náilon, aos quais foram acrescidas duas esferas de vidro, para impedir flutuação dos sacos no líquido ruminal.

A técnica utilizada para incubação do alimento no rúmen foi realizada de acordo com Orskov *et al.*¹⁶ (1980), com algumas adaptações.

Os sacos de náilon incubados no rúmen foram sempre colocados ao mesmo tempo, uma hora após as refeições. Assim que retirados, em diferentes tempos de incubação, foram lavados em água corrente até que a água de lavagem se apresentasse limpa, o que significaria ausência de líquido ruminal. Em seguida, os sacos foram à estufa a 65°C, durante 72 horas. Os tempos de incubação utilizados foram: 0 hora, 1,5 hora, 3 horas, 6 horas, 12 horas e 24 horas, analisando-se os teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), conforme a AOAC³ (1984).

A obtenção da variável Taxa de Degradação foi efetuada utilizando-se a curva de desaparecimento das frações analisadas, segundo o modelo matemático proposto por Orskov; Mc Donald¹⁷ (1979), $p = a + b(1 - e^{-ct})$. As degradabilidades efetivas foram calculadas pela fórmula $p = a + bc/c+r$. (AFRC², 1992).

Após a retirada dos sacos de náilon, introduziu-se, via fistula ruminal, uma hora antes da primeira refeição, 300 g do marcador de fase líquida (polietileno-glicol-PEG: PM 4000), conforme técnica descrita por Hyden¹¹ (1956). Foram colhidas amostras para determinação da concentração de PEG no líquido ruminal nos seguintes tempos: zero h (antes da introdução) e 1, 3, 6, 9, 12 e 24 horas após a introdução. A concentração de PEG foi determinada por espectrofotometria.

Para controle da população de protozoários, amostras de conteúdo ruminal colhidas no final dos subperíodos experimentais prestaram-se para contagem diferencial dos mesmos, conforme técnica descrita por Dehority⁷ (1977).

Tabela 2

Taxa porcentual de desaparecimento da MS e PB da soja crua, nos diferentes períodos de incubação. Pirassununga, 1990.

INCUBAÇÃO MS	TRATAMENTOS			
	SODA	CINZAS	ÁGUA	C.V.%
0 h	22,93	22,93	22,93	-
1,30 h	56,67	55,85	55,03	10,40
3 h	59,93	58,83	59,59	6,26
6 h	72,78	67,88	70,43	5,03
12 h	94,24	88,20	92,84	6,74
24 h	97,54	96,29	97,32	0,49

INCUBAÇÃO PB	TRATAMENTOS			
	SODA	CINZAS	ÁGUA	C.V.%
0 h	22,70	22,70	22,70	-
1,30 h	59,68	64,81	60,59	14,46
3 h	63,86	66,59	64,31	9,36
6 h	75,61	70,17	71,75	5,46
12 h	97,10	92,32	92,10	6,14

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tab. 2 apresenta os resultados, em porcentagens, do desaparecimento de MS (65°C) e PB da soja crua, nos diferentes tempos de incubação ruminal, para os três tratamentos.

Não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre tratamentos, quer para MS como para PB, em todos os tempos de incubação ruminal.

A Tab. 3 apresenta resultados, em porcentagens, do desaparecimento da MS (65°C) e PB do farelo de algodão, nos diferentes tempos de incubação ruminal, para os três tratamentos. Não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre tratamentos, em todos os tempos de incubação ruminal.

Os valores encontrados pela equação de regressão (Orskov; McDonald¹⁷, 1979) foram os da Tab. 4, que apresenta dados de degradabilidade efetiva (AFRC², 1992).

Tabela 4

Valores de a, b e c de Orskov e McDonald¹⁶, 1979 e de degradabilidades efetivas (p) segundo AFRC², 1992, conforme taxas de efluentes do rúmen (r) de 0,02; 0,05 e 0,08. Pirassununga, 1990.

FARELO DE ALGODÃO / FARELO DE SOJA				
	MS	PB	MS	PB
a	22,14	15,76	27,68	27,91
b	44,28	27,51	68,63	67,31
c	0,098	0,123	0,208	0,274
p (r = 0,02)	58,91	58,13	90,29	90,64
p (r = 0,05)	51,46	50,78	83,01	84,83
p (r = 0,08)	46,52	45,61	77,25	80,01

Tabela 3

Taxa de percentual de desaparecimento da MS e PB do farelo de Algodão, nos diferentes períodos de incubação. Pirassununga, 1990.

INCUBAÇÃO MS	TRATAMENTOS			
	SODA	CINZAS	ÁGUA	C.V.%
0 h	18,94	18,94	18,94	-
1,30 h	32,23	30,62	32,65	13,26
3 h	35,03	33,98	36,14	10,18
6 h	40,57	40,17	42,25	7,09
12 h	52,15	50,00	50,88	6,87
24 h	61,35	64,27	64,19	7,94

INCUBAÇÃO PB	TRATAMENTOS			
	SODA	CINZAS	ÁGUA	C.V.%
0 h	11,88	11,88	11,88	-
1,30 h	28,50	26,88	27,36	22,76
3 h	33,79	32,70	35,76	21,49
6 h	39,47	40,20	43,06	11,22
12 h	45,95	49,75	52,10	12,68
24 h	58,88	67,39	68,04	9,96

Os resultados de parâmetros fisiológicos, pH do líquido ruminal e concentração do total de protozoários, constam da Tab. 5.

O número de revoluções por hora foi maior (0,0705) para soda do que para o tratamento testemunha (0,0599). Esse fato foi detectado na análise de variância, pela diferença entre tratamentos ($p < 0,05$), mas não pelo Teste de Tukey. Seria esperado que as revoluções ruminais, aumentadas com o emprego de solução de soda no bagaço de cana, influíssem na degradabilidade dos concentrados. Da mesma forma, a alteração da microbiota do rúmen poderia trazer consequências para a degradabilidade ruminal. Contudo, os concentrados neste trabalho não sofreram alterações devidas a diferenças nas revoluções ruminais ou nas populações de protozoários.

O número de protozoários, maior no tratamento por soda que naquele por cinzas, e no tratamento por cinzas maior que no testemunha, demonstrou diferenças em fermentações microbianas nos três tratamentos, as quais foram também constatadas por Spencer *et al.*²⁰, (1980).

Tabela 5

Número de revolução por hora, volume líquido ruminal em litros, protozoários totais por mililitro de líquido ruminal e pH. Pirassununga, 1990.

	TRATAMENTOS		
	Soda	Cinzas	Água
Revolução/hora	0,0707	0,0607	0,0599
Volume 1	90,50	84,10	91,41
Protozoários/ml1	24059a	68236b	33770c
pH	7,03	6,94	6,84

Letras diferentes na mesma linha indicam valores significativos ($p < 0,05$).

CONCLUSÕES

Nas condições do presente experimento, foi possível enumerar as seguintes conclusões:

a) O tratamento do bagaço de cana-de-açúcar por soda, cinzas ou

apenas água não interferiu nas taxas de degradação ruminal do farelo de algodão ou soja crua, em termos de matéria seca e de proteína bruta.

b) As taxas de degradação efetivas para proteínas do farelo de algodão foram iguais a 58,13% e para os grãos de soja a 90,64%.

SUMMARY

Six crossbred castrated male steers, with 420 kg of average live weight and with rumen canulas, were used to estimate degradabilities of cotton seed oil meal and raw whole soybeans, in diets with 60% of dry matter as sugar cane bagasse (SCB) treated by: A) sodium hydroxide 2% solution; B) wood ashes 30% solution and C) water. Treatments with solutions were made through SCB immersion. Statistical design was a change-over with two groups of 3 animals each. Results showed no effect of SCB treatments over soybean and cotton seed protein degradabilities. Effective degradability was 58.13% (cotton seed) and 90.64% (raw soybean), with rumen effluent rate of 0.02.

UNITERMS: Digestibility; Cottonseed meal; Soybean; Sugarcane bagasse; Bovine

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- ADEBOWALE, E. A. Organic waste ash as possible source of alkali for animal feed treatment. *Animal Feed Science and Technology*, v.13, n.3/4, p.237-48, 1985.
- 2- AFRC. AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. Technical Committee on Responses to Nutrients. Report n° 9. Nutritive Requirements of Ruminant animals: Protein. *Nutrition Abstracts Reviews*. Series B, v.62, n.12, p.787-835, 1992.
- 3- AOAC. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS. Association of official agricultural chemists. 10. ed. Washington, 1984. 1141p.
- 4- ARC. AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. *The nutrient requirement of ruminant livestock*. England, 1980. 351p.
- 5- BOIN, C.; MATTOS, W.R.S.; D'ARCE, R. D. Cana-de-açúcar e seus subprodutos na alimentação de ruminantes. In: PARANHOS, S.B. *Cana-de-açúcar cultivo e utilização*. Campinas, Fundação Cargil, 1987. p.805-50.
- 6- CASTILHO, A.M.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.L.; CASTRO, A.C.G. Degravabilidade ruminal da matéria seca e da proteína bruta de alimentos, utilizando-se a técnica dos sacos de náilon, em vacas gestantes alimentadas com feno (80%) e concentrados (20%). *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.22, n.1, p.89-98, 1993.
- 7- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. *Experimental designs*. New York, Jon Wiley, 1957. 611p.
- 8- DEHORITY, B.A. *Classification and morphology of rumen protozoa*. Ohio, Agricultural Research and Development Center, 1977. 82p.
- 9- FREITAS, E.A.G.; PATRICA, G.F. Uso da cinza de madeira e da uréia na elevação da digestibilidade de palhas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 24, Porto Alegre, 1989. Anais.
- 10- GRIFFIN, C.D.; BUNTING, L.D.; STICKER, C.S.; VORA, B. Assessment of protein quality in heat treated soybean products using the growth responses of lambs and calves and a nylon-bag-rooster assay. *Journal of Animal Science*, v.71, n.7, p.1924-31, 1993.
- 11- HYDEN, S. A turbidometric method for the determination of higher polyethylene glucols in biological material. *Kgl Lant Bruks - Hogskol. Ann.*, v.22, p.139-45, 1956.
- 12- JAYASURIYA, M.C.N. Potential for better utilization of crop residues and agro-industrial by-products in animal feeding in the Indian sub continent. *FAO Animal Production and Health Paper*. Rome, n.50, p.37-49, 1985.
- 13- KRISTENSEN, E.S.; MOLLER, P.D.; HVELPLUND, T. Estimation of the effective protein degradability in the rumen of cows using the nylon bag technique combined with the out flow rate. *Acta Agriculturae Scandinavica*, v.32, p.123-7, 1982.
- 14- NOLTE, M.E.; CLINE, J.H.; DEHORITY, B.A.; LOERCH, S.C.; PARKER, C.F. Treatment of wheat straw with alkaline solution prepared from wood ashes to improve fiber utilization by ruminants. *Journal Animal Science*, v.64, n.3, p.669-77, 1987.
- 15- NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of dairy cattle*. Washington, 1989. 157p.
- 16- ORSKOV, E.R.; DEB HOVEL, F.D.; MOULD, F. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. *Production Animal Tropical*, v.5, n.3, p.213-33, 1980.
- 17- ORSKOV, E.R.; McDONALD, J. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. *Journal Agricultural Science*, v.92, n.2, p.499-503, 1979.
- 18- OWEN, E.; KLOPFENSTEIN, E.; URIO, N.A. Treatment with other chemicals. In: SUNDSTOL, F.; OWEN, E. *Straw and other fibrous by-products as feed*. Amsterdam, Elsevier Science, 1984. p.284-73.
- 19- SIDDONS, R.C.; PARADINE, J. Protein degradation in the rumen of sheep and cattle. *Journal Science of Food and Agriculture*, v.34, p.701-8, 1983.
- 20- SPENCER, R.R.; AKIN, D.E. Rumen microbial degradation of potassium hydroxide-treated coastal bermudagrass leaf blades examined by electron microscopy. *Journal of Animal Science*, v.51, n.5, p.1189-96, 1980.
- 21- STERN, M.D.; SANTOS, K.A.; SATTER, Z.D. Protein degradation in rumen and aminoacid absorption in small intestine of lactating dairy cattle fed neat-treated whole soy beans. *Journal of Dairy Science*, v.68, n.1, p.45-56, 1985.
- 22- SUDANA, I.B. The effect of fire-ash treatment on the nutritional quality of rice straw. *Nutrition Abstracts and Reviews*, Series B, v.60, n.1, p.16, 1990.
- 23- VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.L.; EUCLYDES, R.F.; VALADARES, R.F.D.; CASTRO, A.C.G. Degravabilidade *in situ* da matéria seca e proteína bruta de vários alimentos em vacas em lactação. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.19, n.6, p.512-22, 1990.
- 24- VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.L.; EUCLYDES, R.F.; VALADARES, R.F.D.; CASTRO, A.C.G. Degravabilidade *in situ* da proteína bruta e matéria seca de alguns alimentos em vacas gestantes e lactantes. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.20, n.1, p.111-22, 1991.
- 25- WEBSTER, A.J.F. Degravabilidade, the new concept of protein quality for ruminants. *Veterinary Annual*, n.20, p.16-23, 1980.
- 26- WILKINSON, J.M.; SANTILLANA, G. Ensiled alkaly-treated straw. I. Effect of level and type of alkaly on the composition and digestibility *in vitro* of ensiled barley straw. *Animal Feed Science and Technology*, v.3, n.2, p.17-32, 1978.
- 27- ZINN, R.A.; BULL, L.S.; HEMKEN, R.W. Degradation of supplemental proteins in the rumen. *Journal Animal Science*, v.52, n.5, p.857-66, 1981.

Recebido para publicação: 3/10/95

Aprovado para publicação: 4/7/97