

Degradabilidade da fibra do bagaço de cana-de-açúcar tratado por soluções alcalinas, pela técnica dos sacos de náilon "in situ"

Fiber degradability of sugar cane bagasse treated by alkaline solutions, through the "in situ" nylon bag technique

Sérgio Carlo Franco MORGULIS¹, Laércio MELOTTI²,
Carlos de Sousa LUCCI³, Oziel BIZUTTI³, Gilberto BRAUN⁴

CORRESPONDENCE TO:
Carlos de Sousa Lucci
Departamento de Criação de
Ruminantes e Alimentação Animal
Faculdade de Medicina Veterinária e
Zootecnia da USP
Av. Duque de Caxias Norte, 225 -
Caixa Postal 23
13630-970 - Pirassununga - SP - Brasil

1 - Autônomo - São Paulo - SP
2 - Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia da USP - SP
3 - Instituto de Zootecnia - Nova
Odessa - SP

RESUMO

O bagaço de cana-de-açúcar (BCA) foi submetido a três tratamentos, sendo imerso em uma das seguintes soluções: (A) de NaOH (2% peso/volume), (B) de cinzas de madeira (30% peso/volume) e (C) em água. E constituiu 60% da matéria seca das dietas, junto com 40% de concentrados (milho, grão de soja e farelo de algodão), fornecidas em ensaios de degradabilidade ruminal para 6 bovinos com fístulas ruminais. O delineamento foi o "change-over" (3x3), adotando-se a técnica de sacos de náilon "in situ". A degradabilidade da MS às 48h foi ($p < 0,05$): (A) = 75,14%, (B) = 34,20%, (C) = 24,26%. A degradabilidade da fração FDN do BCA foi sempre maior ($p < 0,05$) no tratamento (A) do que nos demais; já a degradabilidade no tratamento B foi maior ($p < 0,05$) do que no C, às 72 e 96h. A degradabilidade da FDN às 48h de incubação foi: (A) = 74,01%, (B) = 41,61% e (C) = 35,72%. Concluiu-se que os tratamentos alcalinos (soda e cinzas de madeira) melhoram a degradabilidade ruminal do BCA, sendo a soda superior às cinzas.

UNITERMOS: Cana-de-açúcar; Bovinos; Digestibilidade.

INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

A indústria sucroalcooleira nacional produz anualmente cerca de 50 milhões de toneladas de bagaço de cana-de-açúcar (BCA). Grande parte desta produção, em torno de 80%, é utilizada nas próprias usinas e destilarias para gerar energia.

Esse subproduto tem um excedente de aproximadamente 10 milhões de toneladas, daí sua utilização no Brasil na alimentação animal estar sendo cada vez mais difundida nos últimos anos. O emprego deste alimento vem sendo feito "in natura" ou tratado por diversos processos; e, entre esses processos, a imersão do bagaço em soluções alcalinas deve ser mais bem estudado.

Tratamento alcalino dos subprodutos agrícolas ricos em fibra tem melhorado o seu valor nutritivo para ruminantes (Jackson¹², 1977; Jayasuraya¹³, 1985; Wanatap *et al.*³¹, 1986); as cinzas de madeira, estudadas por Bergner (1981) *apud* Owen *et al.*²⁵ (1984); Adebowale¹ (1985); Nolte *et al.*²² (1987); Freitas; Patrika⁹ (1989); Sudana²⁹ (1990) e Ramórez *et al.*²⁷ (1991), também merecem destaque, pois contêm muitos componentes alcalinos.

O tratamento do BCA por NaOH foi avaliado por vários autores (Lamas *et al.*¹⁵, 1979; Orskov *et al.*²³, 1980; Cabello *et al.*², 1981; Reddy *et al.*²⁸, 1981; Chicco *et al.*⁶, 1983;

Ibrahim; Pearce¹¹, 1983; Lavezzo *et al.*¹⁶, 1983; Molina *et al.*²¹, 1983; Vitti *et al.*³⁰, 1985; Martin¹⁸, 1988), tendo sido observados resultados positivos na maioria dos trabalhos.

O objetivo deste experimento foi o de avaliar a ação de tratamentos no bagaço de cana-de-açúcar por soluções alcalinas de soda cáustica ou de cinzas de madeira, comparados à testemunha (imersão em água), sobre a degradabilidade ruminal da matéria seca e da fibra em detergente neutro.

MATERIAL E MÉTODO

Para o ensaio de degradação ruminal com sacos de náilon "in situ", foram utilizados 6 bovinos fistulados com peso médio de 400 kg, nas instalações da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, em Pirassununga, SP. Utilizou-se bagaço de cana-de-açúcar recém-moída, com aproximadamente 50% de MS, para compor três tratamentos (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 bagaço foi imerso por 6 horas em soluções de NaOH a 2% p.v. (peso/volume), ou cinzas de madeira a 30% p.v., ou em água, na proporção de 100 kg de bagaço para 700 litros, posteriormente deixando-se escorrer por 18 horas o excesso

Tabela 1

Ingredientes usados nas rações dos diversos tratamentos, em porcentagem na matéria seca. Pirassununga - SP, 1990.

Ingredientes (%)	Soda (A)	Cinzas (B)	Água (C)
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

de líquido antes da alimentação.

Os tratamentos compreenderam 60% da dieta com bagaço e os ingredientes que constituíram as rações constam da Tab. 1.

Durante todo o transcurso do período experimental, foram adicionados 25 ml de uma solução aquosa de uréia (48%) e sulfato de sódio (8%), via fístula ruminal, uma hora após cada uma das duas refeições, com finalidade de aumentar o nível de nitrogênio não protéico das dietas.

O delineamento estatístico foi do tipo "change-over" (Cochran; Cox⁷, 1957) com 2 grupos de 3 animais cada. As médias foram comparadas pelo teste de Tuckey (Cochran; Cox⁷, 1957).

Os sacos de náilon utilizados para incubação dos alimentos no rúmen mediam 7 x 17 cm, com porosidade de cerca de 50 micra. Os pesos aproximados das amostras foram de 5 g.

Três subperíodos experimentais de 28 dias cada um compreenderam: adaptação à dieta (21 dias) e coleta de amostras para a avaliação da degradação, pH e "turn over" ruminais (7 dias).

Os alimentos volumosos e concentrados foram misturados e ofertados em duas refeições iguais, às 8h e às 16h. Amostras do bagaço de cana foram obtidas dos tratamentos

com soluções (soda, cinzas, e água), posteriormente secas e moídas. Foram separados 2 kg destas para utilização nos sacos de náilon a serem incubados no rúmen.

A técnica utilizada para incubação do alimento no rúmen foi descrita por Orskov *et al.*²³ (1980), com algumas adaptações, constantes em Melotti *et al.*¹⁹ (1994). Os tempos de incubação ruminal utilizados foram: 0; 6; 12; 24; 48; 72 e 96 horas (matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN)).

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; McDonald²⁴ (1979).

Após a retirada do último saco de náilon, na prova de degradabilidade, introduziram-se através da fístula ruminal, uma hora antes da primeira refeição, 300 g do marcador de fase líquida polietileno-glicol (PEG peso molecular 4000), conforme técnica descrita por Hyden¹⁰ (1986). Amostras de líquido ruminal para determinação do "turn over" ruminal, foram colhidas às 0h (antes da introdução do PEG); 1h; 3h; 6h; 9h; 12h e 24h.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise químico-bromatológica do BCA, nos diferentes tratamentos, apresentou os resultados constantes na Tab. 2.

Houve um decréscimo do percentual da FDN da ordem de 20 unidades para o subproduto tratado com NaOH (A), e de 10 para o tratado com cinzas de madeira (B), relativamente ao tratado com água (C). Já o decréscimo percentual da FDA foi muito menor, de 4 e de 5 unidades para soda e cinzas respectivamente, em relação ao testemunha, sugerindo que a ação de soda e de cinzas ocorreu com mais intensidade na fração hemicelulose do BCA.

A fração FDN do BCA tratado com NaOH apresentou redução da ordem de 21,0%, enquanto a fração FDA foi de 4,1% em relação ao produto não tratado. Esses resultados

Tabela 2

Resultados de análise do BCA e das rações experimentais nos diferentes tratamentos, em porcentagens na matéria seca. Pirassununga - SP, 1993.

NUTRIENTES	TRATAMENTOS					
	Bagaço de cana (BCA)			Rações experimentais		
	Soda	Cinzas	Água	A Soda	B Cinzas	C Água
FDN	73,87	84,18	94,86	70,00	71,90	70,32
FDA	55,17	53,81	59,23	--	--	--
MM	15,05	10,18	1,26	9,37	6,74	4,05
PB	--	--	--	11,00	12,45	12,20

Tabela 3

Resultados do desaparecimento da matéria seca do BCA, em diferentes tempos de incubação ruminal, e os respectivos coeficientes de variação. Pirassununga - SP, 1990.

Tempos de incubação	Porcentual de desaparecimento da MS			
	Soda	Cinzas	Água	C.V.%
0 h	25,25	13,45	8,56	-----
6 h	33,35a	11,34b	7,26c	11,17
12 h	45,68a	16,43b	9,96c	9,40
24 h	59,98a	27,23b	16,58c	12,49
48 h	75,14a	34,20b	24,26c	8,47
72 h	83,29a	37,88b	27,96c	8,92
96 h	86,21a	41,74b	31,85c	7,42

abc - Letras diferentes, na mesma linha, indicam diferenças ($p < 0,05$) pelo teste de Tuckey.

Tabela 4

Resultados do desaparecimento de FDN do BCA, em diferentes tempos de incubação ruminal, e os respectivos coeficientes de variação. Pirassununga - SP, 1990.

Tempos de incubação	Porcentual de desaparecimento da FDN			
	Soda	Cinzas	Água	C.V.%
0 h	21,40	17,92	16,26	-----
6 h	28,97a	16,09b	16,26b	11,17
12 h	39,44a	21,40b	18,96b	9,40
24 h	57,84a	31,71b	27,57b	12,49
48 h	74,01a	41,61b	35,72b	8,47
72 h	82,94a	45,23b	39,03c	8,92
96 h	86,28a	46,03b	40,96c	7,42

abc - Letras diferentes, na mesma linha, indicam diferenças ($p < 0,05$) pelo teste de Tuckey.

foram similares aos obtidos por Lamas *et al.*¹⁵ (1979), Ibrahim; Pearce¹¹ (1983) e Molina *et al.*²¹ (1983) que também utilizaram o NaOH com agente alcalinizante.

O valor de FDN observado no BCA tratado por cinzas de madeira, de 84,18% (Tab. 2), foi próximo ao encontrado por Molina *et al.*²¹ (1983), 86,00% com 4% de NaOH, e Ibrahim; Pearce¹¹ (1983), 84,5% com 3% de NaOH.

É importante notar que, quando comparamos a concentração da FDN, nos tratamentos soda e cinzas o decréscimo obtido por Ibrahim; Pearce¹¹ (1983) (para 6% de NaOH) foi de 9,9 pontos e por Molina *et al.*²¹ (1983), de 8,5, próximos ao do presente trabalho, em que foi achado 10,31 entre os referidos tratamentos.

É interessante ressaltar que a literatura cita diferentes teores de NaOH utilizados (Lamas *et al.*¹⁵, 1979; Cabello *et al.*², 1981; Ibrahim; Pearce¹¹, 1983; Molina *et al.*²¹, 1983) e que níveis maiores de concentração de NaOH nos tratamentos provoca perda crescente de FDN no produto tratado, aumento na Matéria Mineral (MM) e poucas alterações na

FDA, em relação ao produto não tratado.

O teor da MM evidencia a alteração provocada no produto pelos tratamentos: com soda (A) e com cinzas (B), o que parece indicar o incremento no teor de minerais. Os resultados obtidos foram próximos aos de Ibrahim; Pearce¹¹ (1983), e o conteúdo mineral residual do BCA tratado e o BCA não tratado foi de 13,8 unidades, para o BCA tratado por soda (A).

A Tab. 3 apresenta os resultados do desaparecimento da MS (65 C) do BCA nos diferentes tempos de incubação ruminal.

O desaparecimento da MS diferiu significativamente ($p < 0,05$) quando as médias foram comparadas pelo teste de Tuckey, em cada um dos tempos de incubação ruminal (6h, 12h, 24h, 48h, 72h e 96h).

A grande variação no porcentual de desaparecimento da MS do BCA não tratado, fornecida pelos diversos autores (Orskov *et al.*²³, 1980; Kumar *et al.*¹⁴, 1982; Vitti *et al.*³⁰, 1985; Martin¹⁸, 1988; Castro; Machado⁵, 1989), sugere que os resultados dependem muito da metodologia utilizada na técnica "in situ", conforme Orskov; McDonald²⁴ (1979); Orskov *et al.*²³ (1980); Meyer; Mackie²⁰ (1986) e Marinucci *et al.*¹⁷ (1992).

Além da observação de diferenças quanto à concentração do álcali, os métodos de aplicação do NaOH (pulverização, ensilagem e imersão) também podem influir nos resultados (Wanapat *et al.*³¹, 1986). No presente trabalho observou-se acréscimo no desaparecimento da MS no tratamento A de 50,88 unidades (48 horas de incubação) em relação ao controle, enquanto Orskov *et al.*²³ (1980) (48 horas de incubação) e Martin¹⁸ (1988) (tempo não especificado) observaram acréscimos de 40,0 (8% de NaOH) e 67,8 (14% NaOH) unidades, respectivamente.

O incremento da degradabilidade no tratamento B, de 9,94 pontos em relação ao controle, foi relativamente pequeno, quando comparado ao obtido com o tratamento por NaOH (50,88). Em relação aos dados observados por Vitti *et al.*³⁰ (1985), este incremento foi semelhante ao BCA tratado por pressão de vapor de 7 kg/cm² (10,34) e ao tratado biologicamente (12,87).

Comparando com os valores encontrados por Martin¹⁸ (1988) e Vitti *et al.*³⁰ (1985), o incremento aqui ocorrido na degradabilidade, após o tratamento por cinzas de madeira, foi inferior aos tratamentos por pressão de vapor de 14 (22,39) e de 21 kg/cm² (21,22), à ensilagem (14,43), ao tratamento por NaOH nas concentrações de 3% (16,7) e de 6% (37,4) e ao tratado por CaOH a 8% (31,3) e 16% (34,8), sendo, no entanto, superior ao tratado por amônia (4,25), observado por Kumar *et al.*¹⁴ (1982).

A análise de regressão das curvas de degradação, utilizando-se o modelo proposto por Orskov; McDonald²⁴ (1979), apresentou os seguintes valores para "a": 24,12;

10,45 e 6,40; para "b": 65,28; 36,13; 36,42; e para "c": 0,032; 0,021; e 0,012, para soda, cinzas e água, respectivamente, sendo "a" a solubilidade (tempo zero), "b" a fração potencialmente degradável e "c" a taxa de degradação por hora.

Coomb *et al.*⁸ (1979) encontraram pequenas diferenças nas constantes da velocidade de degradação da palha tratada ou não com NaOH, apesar de terem observado aumentos da degradabilidade da MS decorrentes do tratamento alcalino.

Orskov *et al.*²³ (1980) apresentaram dados para a degradação da MS do BCA, encontrando a taxa de degradação de 0,049 para o BCA não tratado e 0,044 para o tratado com 8% NaOH, valores bem diferentes dos registrados no presente caso.

A Tab. 4 apresenta os resultados do desaparecimento de FDN (65°C) do BCA tratado pelas três soluções, nos diferentes tempos de incubação ruminal.

Foram encontradas diferenças ($p < 0,05$) entre o tratamento A e os demais, pelo teste de Tuckey, em todos os tempos de incubação. O tratamento B, em relação ao controle, mostrou diferenças ($p < 0,05$) nos tempos de 72 e 96 horas. Os incrementos no desaparecimento da FDN em unidades percentuais, relativamente ao controle, para 48 horas de incubação ruminal foram: 38,29% para NaOH e 5,89% para cinzas.

Os resultados obtidos na degradação da FDN para as frações a, b e c, por meio da regressão de Orskov; McDonald²⁴ (1979), foram a = 19,48, 14,47 e 14,06; b = 71,54; 36,50 e 31,78; c = 0,029; 0,024 e 0,021, respectivamente para soda, cinzas e água.

Coomb *et al.*⁸ (1979); Parra; Escobar²⁶ (1985) e Canale *et al.*³⁴ (1988, 1990) não observaram diferenças significativas na velocidade de desaparecimento da FDN, fato semelhante ao encontrado no presente trabalho.

As revoluções por hora ("turn-over" ruminal) foram 0,07; 0,06 e 0,06 e os volumes da fase líquida ruminal 90,5 l; 84,1 l e 91,41 l, respectivamente para soda, cinzas e água.

Os valores encontrados por Castro; Machado⁵ (1989), para rações com BCA "in natura" e hidrolisado, foram de 0,059 e 0,0827 revoluções por hora, enquanto neste trabalho foram obtidos 0,07; 0,06 e 0,06 para os tratamentos por soda, cinzas e água, respectivamente.

CONCLUSÕES

Nas condições do presente trabalho, pode-se concluir que:

1) Os tratamentos com soda e cinzas de madeira afetaram a composição do bagaço, principalmente aumentando sua fração mineral e diminuindo a fração fibra detergente neutro. A soda exerceu maior influência do que as cinzas.

2) Em todos os tempos de incubação ruminal avaliados, a degradabilidade da matéria seca do bagaço de cana foi significativamente influenciada pelos tratamentos alcalinos por soda e cinzas. A soda exerceu maior influência do que as cinzas.

3) Para a fração fibra detergente neutro, a degradabilidade do bagaço tratado por soda foi superior à dos tratamentos por cinzas e por água, em todos os tempos de incubação ruminal avaliados. Já a degradabilidade no tratamento por cinzas foi maior do que no tratamento por água somente nos tempos de incubação de 72 e 96 horas.

4) O tratamento do bagaço de cana por soda foi mais eficiente que por cinzas de madeira ou por água, considerando o aproveitamento do subproduto como alimento para ruminantes.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos aos senhores: João José Assumpção de Abreu Demarchi (Instituto de Zootecnia - Nova Odessa - SP) e José Aparecido da Cunha (FZEA-USP - Pirassununga - SP).

SUMMARY

Sugar cane bagasse was treated by immersion in one of these solutions: A) NaOH 2% volume/weight; B) wood ash solution 30% volume/weight and C) water alone. Treated bagasse made up 60% of dry matter ration, and the remaining 40% constituted of concentrate (corn, full fat soybean and cotton meal). Six fistulated steers in a change-over design 3x3 were used, for evaluation of fiber degradability in the rumen, through the "in situ" nylon bag technique. Dry matter degradability at 48h incubation time was: A = 75.1%; B = 34.2% and C = 24.2%; NDF degradability of NaOH treated bagasse (A) was higher than in B or C treatments; degradability of B was higher than in C at 72h and 96h of incubation time. NDF degradability at 48 hour incubation time showed the following results: A = 74.0%; B = 41.6% and C = 35.7%. In conclusion, alkaline (NaOH and wood ash) treated sugar cane bagasse improves ruminal degradability, and NaOH is better than wood ash.

UNITERMS: Digestibility; Cattle; Sugar cane.

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, p.237-48, 1985.
- 2-CABELLO, A.; CONDE, J.; OTERO, M.A. Prediction of the degradability of sugar cane cellulosic residues by indirect methods. **Biotechnology and Bioengineering**, v.23, p.2737-45, 1981.
- 3-CANALE, C.J.; ABRAMS, S.M.; MULLER, L.D.; KJELGAARD, W.L.; ANDERSON, P.M.; HARPSTER, H.W. Alkali treated forage for early lactation dairy cows: effect on lactation performance and nutrient digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2166-74, 1988.
- 4-CANALE, C.J.; ABRAMS, S.M.; VARGA, G.A.; MULLER, L.D. Alkatreated orchardgrass and alfalfa: composition and "in situ" digestion of dry matter and cell wall components. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.9, p.2404-12, 1990.
- 5-CASTRO, I.B.; MACHADO, P.F. Avaliação do processo de digestão do bagaço de cana-de-açúcar tratado sob pressão e vapor. **Boletim de Indústria Animal**, v.46, n.2, p.213-7, 1989.
- 6-CHICCO, C.F.; GARCIA, G.; FERNANDEZ, C.; PRAYS, C.R. Cane molasses and NaOH-treated bagacillo diets for lambs. **South African Journal Animal Science**, v.13, n.1, p.18-20, 1983.
- 7-COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Experimental designs**. New York, John Wiley & Sons Inc., 1957. p.611.
- 8-COOMB, J.B.; DINIUS, D.A. WHEELER, W.E. Effect of alkali treatment on intake and digestion of barley straw by beef steers. **Journal of Animal Science**, v.49, n.1, p.169-76, 1979.
- 9-FREITAS, E.A.G.; PATRIKA, 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**, p.150.
- 10-HYDEN, S. A turbidometric method for the determination of higher polyethylene glycol in biological material. **Lantbru kshögskolans Annaler**, v.22, p.139-45, 1986.
- 11-IBRAHIM M.N.M.; PEARCE, G.R. Effects of chemical pretreatment on the composition and "in vitro" digestibility of crop by-products. **Agricultural Wastes**, v.5, n.3, p.135-56, 1983.
- 12-JACKSON, M.G. Review article: the alkali treatment of straws. **Animal Feed Science and Technology**, v.2, p.105-30, 1977.
- 13-JAYASURYIA, M.C.N. Potential for better utilization of crop residues and agro-industrial by-products in animal feeding in the sub-continent. **FAO Animal Production and Health Paper**, Rome, n.50, p.37-49, 1985.
- 14-KUMAR, N.; VERMA, D.N.; DASS, R.S. e SINGH, U.B. Effect of concentration and period of ammonia treatment on the chemical composition and nutritive values of sugar cane bagasse. **Indian Journal Nutritional Dietetic**, v.19, p.381-8, 1982.
- 15-LAMAS, G.L.; SHIMADA, A.S.; RUELAS, S.C.; ZUNIGA, H.M. Estudio del valor alimenticio de subproductos de la cana de azúcar con bovinos en corral. **Técnica Pecuaria México**, v.36, p.59-64, 1979.
- 16-LAVEZZO, W.; SILVEIRA, A.C.; MENDES, O.E.N.; CORTADA, C.N. Bagaço de cana, resíduo da agricultura tropical, como componente de ração para ovinos. Efeitos de diferentes tratamentos sobre os coeficientes de digestibilidade e nutrientes digestíveis totais. In: **Anais do Congresso de Zootecnia do Estado de São Paulo**, Botucatu, 1983. v.3, p.114-24.
- 17-MARINUCCI, M.T.; DEHORITY, B.A.; LOERCH, S.C. In vitro and in vivo studies of factors affecting digestion of feeds in synthetic fiber bagas. **Journal of Animal Science**, v.70, p.296-307, 1992.
- 18-MARTIN, P.C. Sugar cane as feed: bagasse for ruminant feeding. **FAO Animal Production and Health Paper**, Rome, v.72, p.134-45, 1988.
- 19-MELOTTI, L.; LUCCI, C.S.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; LIMA, C.G.; LJMA, F.R.; CUNHA, J.A. Degradabilidade ruminal de forragens nas formas verde e desidratada. III. Degradabilidade Ruminal do Capim Napier (*Pennisetum purpureum schum*) em quatro fases de crescimento pela técnica dos sacos de náilon "in situ" com bovinos fistulados. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v.31, n.1, p.59-67, 1994.
- 20-MEYER, J.H.F.; MACKIE, R.I. Microbiological evaluation of the intraruminal in sacco digestion technique. **Applied Environmental Microbiology**, v.51, n.3, p.622-9, 1986.
- 21-MOLINA, E.; BOZA, J.; AGUILERA, J.F. Nutritive value for ruminants of sugar cane bagasse ensiled after spray treatment with different levels of NaOH. **Animal Feed Science and Technology**, v.9, p.1-17, 1983.
- 22-NOLTE, M.E.; CLINE, J.H.; DEHORITY, B.A.; LOERCH, S.C.; PARKER, C.F. Treatment of wheat straw with alkaline solutions prepared from wood ashes to improve fiber utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.64, p.669-77, 1987.
- 23-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 Agricultural**, v.5, p.213-33, 1980.
- 24-ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, p.499-503, 1979.
- 25-OWEN, E.; KLOPFENSTEIN, T.; URIO, N.A. Treatment with other chemicals. In: SUDSTOL, F.; OWEN, E. **Straw and other fibrous by-products as feed**. Amsterdam, Elsevier Science Publishers, 1984. p.248-73.
- 26-PARRA, R.; ESCOBAR, A. Use of fibrous agricultural residues (FAR) in ruminant feeding in Latin America. **FAO Animal Production and Health Paper**, Rome, n.50, p.81-98, 1985.
- 27-RAMOREZ, R.G.; GARZA, J.; MARTONEZ, J.; AYALA, N. Wood ash sodium hydroxide and urine to increase sorghum straw utilization by sheep. **Small Ruminant Research**, v.5, p.83-92, 1991.
- 28-REDDY, M.R.; MOHAN, K.; DAS, C.T. Effect of feeding urea-molasses enriched sugar cane bagasse with or without alkali treatment as the sole source of roughage for growing cross-bred calves. **Indian Journal Animal Research**, v.15, n.1, p.9-14, 1981.
- 29-SUDANA, I.B. The effect of fire-ash treatment on the nutritional quality of rice straw. **Nutrition Abstract and Reviews**, B, v.60, p.113, 1990.
- 30-VITTI, D.M.S.S.; ABDALLA, A.L.; LOBÃO, A.O.; SILVA FILHO, J.C. Tratamento químico, físico e biológico do bagaço de cana-de-açúcar. **Comunicações Científicas da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo**, v.9, n.2, p.139-42, 1985.
- 31-WANAPAT, M.; SUNDSTOL, F.; HALL, J.M.R. A comparison of alkali treatment methods used to improve the value of straw. II. In sacco and in vitro degradation relative to in vivo digestibility. **Animal Feed Science and Technology**, v.14, p.215-20, 1986.

Recebido para publicação: 22/09/94
Aprovado para publicação: 18/09/95