

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR AMONIZADO COM DIFERENTES DOSES DE URÉIA E SOJA GRÃO

CHEMICAL COMPOSITION OF SUGARCANE BAGASSE AMMONIATED WITH DIFFERENT LEVELS OF UREA AND WHOLE SOYBEAN

Oliveira, T.S.¹, Rocha Júnior, V.R.^{2*}, Reis, S.T.², Aguiar, E.F.³, Souza, A.S.⁴, Silva, G.W.V.², Dutra, E.S.², Silva, C.J.¹, Abreu, C.L.¹ e Bonalti, F.K.Q.¹

¹Universidade Federal de Viçosa. MG. Brasil.

²FAPEMIG. CNPq. Universidade Estadual de Montes Claros. Bico da Pedra. Janaúba. Brasil.

*vicente.rocha@unimontes.br

³Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

⁴Universidade Federal de Minas Gerais.

PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

Celulose. Fibra em detergente neutro. Hemicelulose.

ADDITIONAL KEYWORDS

Cellulose. Neutral detergent fiber. Hemicellulose.

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes doses de uréia e soja grão moída, como fonte de urease, sobre a composição química do bagaço de cana-de-açúcar amonizado. Utilizaram-se quatro doses de uréia (2, 4, 6 e 8% MS) e três doses de soja grão moída (0; 2 e 4% MS) no bagaço de cana-de-açúcar armazenado por um período de 52 dias, em sacos de polietileno com capacidade de 50 litros. Foram analisados os teores de MS, PB, FDN, FDA, hemicelulose, celulose e lignina. Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado com três repetições por tratamento. O aumento das doses de uréia no processo de amonização do bagaço de cana-de-açúcar implicou em redução dos teores de FDN, FDA, celulose, hemicelulose e lignina, e aumento dos teores de PB. Todavia, os teores de MS não foram afetados pelas diferentes doses de uréia e soja grão moída utilizadas nos tratamentos, diferindo apenas da MS do bagaço de cana *in natura*. A utilização da soja grão moída, como fonte de urease, na amonização do bagaço de cana-de-açúcar, foi eficiente na redução dos níveis de FDN apenas para as doses de 2 e 4% de uréia.

SUMMARY

The objective of this work was to evaluate the

effect of the different levels of urea and ground whole soybean as a urease source on the chemical composition of the ammoniated sugarcane bagasse. Four levels of urea (2%, 4%, 6% e 8% DM) and three levels of ground whole soybean (0%; 2% e 4%, DM) were added to sugarcane bagasse stored during 52 days in plastic bags (50 L). We analyzed the levels of DM, CP, NDF, ADF, cellulose, hemicellulose and lignin. Was used a complete randomized design with three replicates for treatments. The gradual increase of the urea levels in the process of amonização of sugarcane bagasse implied in reduction of NDF, ADF, cellulose, hemicellulose and lignin, and increase of CP. However, the levels of DM were not affected by different levels of urea and whole soybean used in different treatments, differing only in the DM of *in natura* sugarcane bagasse. The use of ground whole soybean, as source of urease, in the amonização of sugarcane bagasse, was efficient in the reduction of the levels of NDF only for the levels of 2 and 4% of urea.

INTRODUÇÃO

Nas regiões tropicais do Brasil, a produção estacional de forragem é um fato concreto que tem causado enormes prejuízos à pecuária nacional, pois a maioria dos

Recibido: 11-11-08. Aceptado: 29-3-10.

Arch. Zootec. 60 (231): 625-635. 2011.

produtores não se prepara para suplementar os rebanhos no período de escassez de forragem de boa qualidade. Entre as opções no momento, o aproveitamento de restos de culturas e subprodutos da agroindústria tem se mostrado interessante e viável (Cândido *et al.*, 1999). A alimentação de ruminantes, como importante componente econômico dentro do processo produtivo, busca alternativas que reflitam na diminuição de custos.

A produção de açúcar e álcool gera inúmeros subprodutos de valor econômico, entre eles o bagaço e a ponta de cana-de-açúcar, os quais tem sido objetivo de grande interesse como fonte de alimento para os ruminantes. Além disso, o corte da cana coincide com o período de escassez das pastagens e os subprodutos ficam disponíveis na época fria e seca do ano (Gesualdi *et al.*, 2001).

O bagaço da cana como os demais subprodutos fibrosos, é constituído basicamente de celulose, hemicelulose e lignina. A celulose e a hemicelulose estão aglutinadas em um arranjo sistemático incrustado por lignina. Embora as enzimas presentes no rúmen tenham a capacidade de hidrolisar a celulose, há, entretanto, grandes dificuldades de acesso das mesmas aos pontos em que é possível a ruptura do polímero celulósico (Rodrigues *et al.*, 1993). Com isso, o principal problema do bagaço de cana, que limita seu uso na alimentação animal, é o alto teor de fibra e, ao mesmo tempo, a natureza dessa fibra que o torna um alimento de baixo valor energético (Carvalho *et al.*, 2005).

Diversos tratamentos químicos têm sido testados com o objetivo de alterar a estrutura da fração fibrosa de alguns subprodutos industriais, como o bagaço de cana, de modo a aumentar a eficiência e a intensidade de sua utilização na alimentação de ruminantes (Pereira *et al.*, 1990). Dentre os tratamentos químicos destacam-se o uso da amônia anidra (NH₃) ou da uréia, processo denominado amonização.

A amonização de forragens utilizando a amônia anidra, amônia líquida ou uréia, tem

sido uma das alternativas em razão de ser de fácil aplicação, não poluir o ambiente, provocar decréscimo no conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN), favorecer a solubilização parcial da hemicelulose, aumentar o consumo e a digestibilidade, além de conservar as forragens com alto teor de umidade (Rosa e Fadel, 2001). Outro efeito marcante da amonização é o incremento no teor dos componentes nitrogenados, que normalmente é baixo, e limitante ao crescimento dos microrganismos do rúmen.

Na presença da enzima urease, a uréia é desdobrada para a produção de amônia. Em certas condições torna-se necessária a adição de uma fonte de urease, para garantir melhor eficiência do tratamento (Sarmento *et al.*, 1999). Normalmente, a fonte de urease mais utilizada nos processos de amonização é a soja grão moída. Todavia, na literatura há poucos trabalhos que avaliaram os efeitos associados da uréia com soja grão na amonização de subprodutos fibrosos.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes doses de uréia e soja grão moída como fonte de urease, na composição química do bagaço de cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Montes Claros, no Campus de Janaúba, situado no município de Janaúba, região Norte do Estado de Minas Gerais, inserida na área mineira do semi-árido brasileiro e na micro-região da Serra Geral de Minas. As coordenadas geográficas são de 15°47'50" latitude Sul e 43°18'31" longitude oeste, a altitude de 516 metros e o clima é o tropical mesotérmico, quase megatérmico, em função da altitude, apresenta sub-úmido e semi-árido com chuvas irregulares, ocasionando longos períodos de seca.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições por tratamento, em esquema

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR AMONIZADO

fatorial $4 \times 3 + 1$, sendo 4 níveis de uréia (2, 4, 6 e 8%), 3 níveis de soja grão moída (0, 2 e 4%) e um tratamento controle (bagaço de cana *in natura*), definidos assim: T1-bagaço *in natura* (controle); T2-2% uréia; T3-2% uréia e 2% soja grão moída; T4-2% uréia e 4% soja grão moída; T5-4% uréia; T6-4% uréia e 2% soja grão moída; T7-4% uréia e 4% soja grão moída; T8-6% uréia; T9-6% uréia e 2% soja grão moída; T10-6% uréia e 4% soja grão moída; T11-8% uréia; T12-8% de uréia e 2% soja grão moída; T13-8% uréia e 4% soja grão moída. Os teores de uréia e soja grão utilizados foram calculados em relação à matéria seca do bagaço de cana. O bagaço utilizado foi adquirido de produtores de aguardente da própria região. A soja grão foi moída imediatamente antes do processo de mistura.

O bagaço de cana-de-açúcar foi picado em picadeira estacionária, sendo em seguida misturado com a uréia e soja grão moída conforme os tratamentos descritos anteriormente. Imediatamente após a mistura o material foi então ensacado em sacos de polietileno (50 litros), vedados com fita adesiva, cobertos por lona plástica e deixados ao ambiente por período de 52 dias. Após esse período de amonização, os sacos foram abertos e deixados por quatro horas em aeração, sendo que em seguida amostras de cada tratamento foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C até peso constante (aproximadamente de 48 a 72 horas).

O material pré-seco foi moído utilizando-se moinho de facas com peneira com crivo de 1 mm. No laboratório de análise de alimentos do departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Montes Claros foram determinados os conteúdos de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), segundo AOAC (1991), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, celulose e hemicelulose, conforme Van Soest *et al.* (1991).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e sendo verificada

significância, aplicou-se o teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade para comparação das médias de tratamentos em relação ao tratamento controle (bagaço *in natura*).

Para o estudo do desdobramento dos níveis de uréia e soja grão moída, realizou-se nova análise de variância, e quando significativa as médias de tratamentos foram submetidas ao teste de Scott-Knott ($p < 0,05$) e ao estudo de regressão, conforme o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + U_i + S_j + US_{ij} + e_{ijk}$$

em que,

Y_{ijk} = valor referente à observação da repetição k , no nível de uréia i e no nível de soja j ;

μ = média geral;

U_i = efeito dos níveis de uréia i , com $i = 2, 4, 6$ e 8 ;

S_j = efeito dos níveis de soja j , com $j = 0, 2$ e 4 ;

US_{ij} = efeito da interação dos níveis de uréia e soja;

e_{ijk} = efeito dos fatores não controlados, ou seja, erro experimental aleatório que por hipótese tem distribuição normal, média zero e variância σ^2 .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na **tabela I** que os teores de MS variaram de 42,93 a 49,91% nos tratamentos com diferentes doses de uréia e soja grão, não havendo diferença significativa ($p > 0,05$) entre eles. Entretanto, a MS do bagaço *in natura* (76,81%) diferiu estatisticamente dos demais tratamentos ($p < 0,05$). Não foram verificados efeitos ($p > 0,05$) das doses de uréia em função das doses de soja grão, assim como, da interação das doses de uréia com as doses de soja grão, nos teores de MS do bagaço de cana amonizado.

Sarmento *et al.* (1999) demonstraram que a amonização do bagaço de cana, por meio de diferentes doses de uréia, não alterou significativamente o teor de MS; no entanto, houve diminuição significativa da umidade nos períodos de aeração, porque o bagaço

Tabela I. Teores de matéria seca do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com diferentes doses de uréia e soja grão moída. (Dry matter contents of sugarcane bagasse ammoniated with different levels of urea and ground whole soybean).

Uréia (%)	Soja grão moída (%)		
	0	2	4
2	45,44*	45,06*	44,41*
4	49,91*	47,72*	44,96*
6	44,50*	42,93*	48,14*
8	48,91*	44,49*	45,98*
Bagaço <i>in natura</i>	–	76,81	–

*Médias diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

estava exposto ao ar e, conseqüentemente, à desidratação constante. No trabalho de Cândido *et al.* (1999), o bagaço de cana *in natura* apresentou teor médio de MS (69,6%) superior ao dos materiais amonizados, em função das diferentes doses de uréia, havendo redução nos teores de MS. A redução dos teores de MS do bagaço de cana tratado com diferentes doses de uréia

e soja grão, comparado ao bagaço *in natura*, confirma a observação de Cândido *et al.* (1999) em relação aos efeitos da amonização sobre os teores de MS.

Com relação aos teores de PB, pode ser verificado na **tabela II** que houve aumento significativo destes teores ($p < 0,05$) com adição de uréia ao bagaço de cana. A adição de soja grão moída não implicou em

Tabela II. Teores de proteína bruta do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com diferentes doses de uréia e soja grão moída e equações de regressão para doses de uréia em função das doses de soja grão moída para os teores de proteína bruta. (Crude protein contents of sugarcane bagasse ammoniated with different levels of urea and ground whole soybean and regression equations for levels of urea according to the levels of ground whole soybean for the crude protein).

Uréia (%)	Soja grão moída (%)		
	0	2	4
2	10,0*	11,20*	9,61*
4	21,01*	22,16*	20,99*
6	37,27*	33,82*	32,83*
8	47,0* ^a	44,24* ^a	38,33* ^b
Bagaço <i>in natura</i>		2,36	
Soja grão moída (%)	Equação de regressão	R ²	
0	Y= - 2,9117 + 6,3627X	p<0,05	0,991
2	Y= 0,1617 + 5,5387X	p<0,05	0,9996
4	Y= 0,9417 + 4,9002X	p<0,05	0,9777

*Médias diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

^{ab}Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR AMONIZADO

diferenças significativas ($p > 0,05$) nos teores de PB para as doses de 2, 4 e 6% de uréia. Todavia, para o tratamento com 8% de uréia, a inclusão de 4% de soja grão causou redução ($p < 0,05$) na PB em comparação as doses de 0 e 2%. Provavelmente, a adição de 4% de soja grão moída proporcionou maior perda de amônia por volatilização, em função das doses mais elevadas de uréia deste tratamento. Independente das doses de soja grão, a inclusão de uréia aumentou linearmente ($p < 0,05$) os teores de PB do bagaço de cana-de-açúcar (**tabela II**).

Pires (1995) verificou queda nos teores de PB do material amonizado com o aumento do período de aeração, devido à volatilização do nitrogênio na forma de amônia. Cândido *et al.* (1998) e Hassoun *et al.* (1990) trabalhando com bagaço de cana amonizado com uréia não verificaram alterações nos teores de PB com a aplicação de crescentes doses de soja crua. Uma vez que o teor de PB engloba o teor de nitrogênio protéico e não protéico (NNP) não foi possível detectar o

efeito da adição de soja crua sobre essa variável. O aumento nos teores de PB pode ser explicado pela adição de nitrogênio não protéico (NNP), em doses crescentes, via amonização.

Sarmiento *et al.* (2000) constatou aumento no teor de PB do bagaço amonizado em 76% em relação ao teor de PB do bagaço *in natura*. Nunes (1995) mencionou que para a manutenção da microbiota ruminal exige-se o mínimo de 1% de nitrogênio na dieta (6,25% de PB). Portanto, a amonização de resíduos agroindustriais é benéfica por adicionar nitrogênio ao material, o que favorece o crescimento dos microorganismos ruminais que possuem habilidade de utilizar a NH_3 na síntese protéica (Teixeira, 1992). Oliveira *et al.* (2007), ao avaliarem a composição nitrogenada de silagens de gramíneas tropicais tratadas com uréia, concluíram que a amonização via uréia contribui para elevação dos compostos nitrogenados nas respectivas silagens, indicando que parte do nitrogênio adicionado foi incorporado

Tabela III. Teores de fibra em detergente neutro do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com diferentes doses de uréia e soja grão moída e Equações de regressão para doses de uréia em função das doses de soja grão moída para os teores de fibra em detergente neutro. (Neutral detergent fiber contents of sugarcane bagasse ammoniated with different levels of urea and ground whole soybean and regression equations for levels of urea according to the levels of ground whole soybean for the neutral detergent fiber).

Uréia (%)	Soja grão moída (%)		
	0	2	4
2	86,75 ^b	82,16 ^a	83,65 ^a
4	77,87 ^{ab}	75,03 ^{ab}	73,64 ^{ab}
6	74,88 [*]	74,61 [*]	73,05 [*]
8	70,12 [*]	69,49 [*]	69,64 [*]
Bagaço <i>in natura</i>	–	83,01	–
Soja grão moída (%)	Equação de regressão	R ²	
0	Y = 90,6267 – 2,6442X	p < 0,05	0,9513
2	Y = 84,93 – 1,9217X	p < 0,05	0,9077
4	Y = 85,6433 – 2,1298X	p < 0,05	0,8314

*Médias com asterisco diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

^{ab}Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

principalmente na forma de nitrogênio amoniacal. Embora as doses de uréia tenham causado efeito positivo sobre os conteúdos de PB, isto não significa que seja pertinente adicionar altas doses de uréia (NNP), pois isto excede a capacidade de aproveitamento dos microrganismos do rúmen.

A dose de 2% de uréia não foi suficiente para promover diminuição dos teores de FDN (**tabela III**), visto que não foi observado diferença significativa ($p > 0,05$) dos tratamentos com 2% de uréia em comparação ao bagaço *in natura*. A inclusão de doses crescentes de soja grão implicou em redução ($p < 0,05$) da FDN somente para as doses de 2 e 4% de uréia. Certamente, a quantidade de amônia formada nos tratamentos com 6 e 8% de uréia foram suficientes para promover a redução dos teores de FDN do bagaço de cana independente da inclusão de soja grão moída, isto pode ser explicado pela alta afinidade da amônia com a água promovendo uma expansão na parede celular e ruptura de componentes dos tecidos de forragens

amonizadas, que podem ser constatados por meio de estudos de microscopia eletrônica (Rosa e Fadel, 2001). Para todas as doses de soja grão moída (0, 2 e 4%) ocorreu redução linear ($p < 0,05$) dos teores de FDN com o aumento das doses de uréia (**tabela III**).

Decréscimos dos teores de FDN de materiais amonizados têm sido observados por vários autores (Cândido *et al.*, 1998 e Sarmiento *et al.*, 1999). O resultado encontrado neste trabalho, para as doses de 2 e 4% de uréia pode ser atribuído à ação positiva da urease, presente no grão de soja, sobre a conversão da uréia em amônia, contribuindo, assim, no processo de amonização, por intermédio da solubilização parcial da hemicelulose.

Quanto aos teores de FDN do bagaço, Carvalho *et al.* (2005) observaram redução linear com o aumento das doses de uréia. Os teores de FDN encontrados na MS do bagaço foram de 78,1; 71,3; 64,4 e 57,6%, para as respectivas doses de 0; 2,5; 5,0 e

Tabela IV. Teores de hemicelulose do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com diferentes doses de uréia e soja grão moída e equações de regressão para doses de uréia em função das doses de soja grão moída para os teores de hemicelulose. (Hemicellulose contents of sugarcane bagasse ammoniated with different levels of urea and ground whole soybean and regression equations for levels of urea according to the levels of ground whole soybean for the hemicellulose).

Uréia (%)	Soja grão moída (%)		
	0	2	4
2	24,60*	23,89*	24,70*
4	21,58 ^{ab}	20,81 ^{ab}	17,76 ^{ab}
6	19,83*	19,96*	19,62*
8	19,87*	19,09*	18,54*
Bagaço <i>in natura</i>	—	26,98	—
Soja grão moída (%)	Equação de regressão		R ²
0	Y = 90,6267 – 2,6442X	p < 0,05	0,9513
2	Y = 84,93 – 1,9217X	p < 0,05	0,9077
4	Y = 85,6433 – 2,1298X	p < 0,05	0,8314

*Médias diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

^{ab}Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR AMONIZADO

7,5% de uréia, o que corresponde à redução de cerca de 5,19; 18,85 e 24,87% no conteúdo de FDN, dos bagaços tratados com 2,5; 5,0 e 7,5% de uréia, respectivamente, em relação ao bagaço não tratado.

Redução nos teores de FDN de materiais amonizados foi observada em vários trabalhos, especialmente com subprodutos agrícolas e fenos, independentemente da dose de amônia e dos métodos usados no tratamento desses materiais (Neiva *et al.*, 1998). Carvalho *et al.* (2007a) verificaram que as degradabilidades potencial e efetiva da FDN sofreram acréscimo com a adição de uréia ao bagaço de cana. Segundo Van Soest (1994), a diminuição da FDN em materiais submetidos à amonização é atribuída à solubilização da hemicelulose.

Reis *et al.* (1990) também registraram decréscimo no teor de FDN, de 81% para 70,5%, no feno de *Brachiaria decumbens*, não tratado e tratado com NH₃ na dose de 3% da MS, o que correspondeu a uma redução de 12,96% da FDN. Praticamente

em todos os trabalhos realizados e disponíveis, a amonização promoveu redução dos teores de FDN.

Analisando os dados da **tabela IV**, verifica-se que os teores de hemicelulose variaram de 17,76% a 24,70%, sendo observadas diferenças significativas do bagaço *in natura* em relação aos demais tratamentos. Somente no tratamento com 4% de uréia a adição crescente de soja grão moída implicou em redução dos teores de hemicelulose. No estudo de regressão, pôde ser constatada a diminuição dos teores de hemicelulose com o aumento das doses de uréia, também encontrado por Sarmento *et al.* (1999) que aplicaram cinco doses de uréia (0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10%, na base da MS) no bagaço de cana com 55% de MS.

Ao trabalhar com amonização de feno de *Brachiaria decumbens* (3% de NH₃ na MS), Pereira *et al.* (1993) verificaram registraram diminuição no conteúdo de hemicelulose, de 31,2% para 26,5%. Essa redução de aproximadamente 15,06%, observada por

Tabela V. Teores de fibra em detergente ácido do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com diferentes doses de uréia e soja grão moída e equações de regressão para doses de uréia em função das doses de soja grão moída para fibra em detergente ácido. (Acid detergent fiber contents of sugarcane bagasse ammoniated with different levels of urea and ground whole soybean and regression equations for levels of urea according to the levels of ground whole soybean for the acid detergent fiber).

Uréia (%)	Soja grão moída (%)		
	0	2	4
2	62,15 ^{ab}	58,27 ^a	58,94 ^a
4	56,29	54,22	55,87
6	55,05	54,65	53,42
8	50,25*	50,40*	51,10*
Bagaço <i>in natura</i>	–	56,05	–
Soja grão moída (%)	Equação de regressão		R ²
0	Y= 65,1667 – 1,8467X	p<0,05	0,9497
2	Y= 60,1833 – 1,1595X	p<0,05	0,8647
4	Y= 61,33 – 1,2993X	p<0,05	0,9955

*Médias diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnett (p<0,05).

^{ab}Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

esses autores, é inferior aos 21,81% obtidos nesta pesquisa.

Estes resultados confirmam relatos da literatura, afirmando que em volumosos amonizados ocorre solubilização parcial da hemicelulose e quebra da ligação existente entre a lignina e os carboidratos da parede celular, permitindo, dessa forma, que os microrganismos do rúmen tenham maior superfície específica para se agregarem e, conseqüentemente, aumentarem a digestibilidade. Carvalho *et al.* (2007b) constataram aumento da degradabilidade da MS do bagaço de cana, com a adição de doses crescente de uréia no processo de amonização.

Trabalhando com bagaço e ponta de cana-de-açúcar Gesualdi *et al.* (2001) concluíram que não houve efeito das doses de amônia sobre o teor de hemicelulose no bagaço tratado com amônia anidra e sulfato de amônio e na ponta de cana tratada com amônia anidra. Na interação fonte de amônia e tipo de subproduto, a amônia anidra resultou em menor teor de hemicelulose no

bagaço e em maior teor na ponta de cana, sugerindo que o tipo de tratamento e o material a ser amonizado podem ser determinantes na eficiência do processo.

De acordo com os dados da **tabela V** as doses de 2% de uréia com zero de soja grão e 8% de uréia com 0, 2 e 4% de soja grão, diferiram do tratamento controle (bagaço *in natura*) pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$) para os teores de FDA. Na dose de 2% de uréia, os tratamentos com 2 e 4% de soja grão apresentaram valores de FDA inferiores ao tratamento com zero de soja grão ($p < 0,05$). Com o aumento das doses de uréia ocorreu redução linear ($p < 0,05$) dos teores de FDA, independente das doses de soja grão moída.

Gesualdi *et al.* (2001) observaram decréscimo no teor de FDA, quando a ponta de cana foi tratada com sulfato de amônio nas doses de 2 e 4%, o mesmo ocorrendo quando o bagaço foi amonizado com uréia e sulfato de amônio. Já Teixeira (1992) relatou que a queda na concentração de FDA do capim-elefante pode ser atribuída a alguma

Tabela VI. Teores de celulose do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com diferentes doses de uréia e soja grão moída e equações de regressão para doses de uréia em função das doses de soja grão moída para os teores de celulose. (Cellulose contents of sugarcane bagasse ammoniated with different levels of urea and ground whole soybean and regression equations for levels of urea according to the levels of ground whole soybean for the cellulose).

Uréia (%)	Soja grão moída (%)		
	0	2	4
2	51,94 ^{ab}	48,49 ^a	48,82 ^a
4	48,32 ^a	46,14 ^b	49,03 ^a
6	48,23	47,43	46,49
8	44,40	44,25	44,69
Bagaço <i>in natura</i>	–	46,30	–
Soja grão moída (%)	Equação de regressão		R ²
0	Y= 53,8983 – 1,1353X	p<0,05	0,9064
2	Y= 49,44 – 0,5723X	p<0,05	0,6553
4	Y= 50,9917 – 0,7468X	p<0,05	0,8728

*Médias diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

^{ab}Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR AMONIZADO

solubilização de celulose e lignina. Todavia, no bagaço de cana não houve alteração do teor de FDA e na ponta de cana, não houve efeito significativo dos tratamentos, quando se utilizou a amônia anidra; entretanto, a uréia promoveu acréscimo linear e o sulfato de amônio, redução linear do teor de FDA.

Hanssoun *et al.* (1990) quando amonizaram bagaço de cana-de-açúcar com uréia, verificaram aumento nos teores de FDA para os níveis crescentes de uréia (70, 88, 106 e 124 g/kg, base na MS). Segundo Garcia e Pires (1998), os aumentos que têm sido verificados nos conteúdos de FDA, de celulose e de lignina, em forragens amonizadas, são em decorrência, provavelmente, do efeito de concentração causado pela diminuição de um ou mais constituintes da parede celular.

Os teores de celulose variaram de 44,25 a 51,94% e conforme se observa na **tabela VI**, apenas o tratamento com 2% de uréia e zero de soja grão diferiu ($p < 0,05$) do bagaço *in natura*. O bagaço amonizado com 2% de uréia e 0% de soja grão mostrou teor de

celulose superior em relação às doses de 2 e 4% de soja grão moída, já o tratamento com 4% uréia e 2% de soja grão moída teve uma redução do teor de celulose em comparação às doses de zero e 4% de soja grão. Bonjardim *et al.* (1992) ao trabalharem com amonização de feno de coast-cross e estrela africana, não observaram diferença significativa quanto à celulose.

Souza *et al.* (2001) observaram diminuição dos conteúdos de celulose e lignina, com a aplicação de doses de NH_3 e sulfeto de sódio em casca de café. Segundo Carvalho *et al.* (2005) como a soja possui alto teor de urease, a adição de 1,2% foi suficiente para promover a quebra da uréia em amônia e, conseqüentemente, desestruturação da parede celular, provavelmente devido ao conteúdo de umidade do bagaço de cana (60%) e à adição de 1,2% de soja em grãos moídos, fatores que propiciaram condições favoráveis para hidrólise da uréia e liberação de amônia.

Gesualdi *et al.* (2001) demonstrou que houve interação do nível de amônia com o

Tabela VII. Teores de lignina do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com diferentes doses de uréia e soja grão moída e equações de regressão para doses de uréia em função das doses de soja grão moída para os teores de lignina. (Lignin contents of sugarcane bagasse ammoniated on different levels of urea and ground whole soybean and regression equations for levels of urea according to the levels of ground whole soybean for the lignin).

Uréia (%)	Soja grão moída (%)		
	0	2	4
2	10,21	9,78	10,12
4	7,97	8,08	6,84*
6	6,81*	7,82*	6,93*
8	5,85*	6,15*	6,41*
Bagaço <i>in natura</i>	—	9,75	—
Soja grão moída (%)	Equação de regressão	R^2	
0	$Y = 11,2683 - 0,7113X$	$p < 0,05$	0,9575
2	$Y = 10,7433 - 0,5871X$	$p < 0,05$	0,9778
4	$Y = 10,3383 - 0,5525X$	$p < 0,05$	0,6932

*Médias diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

tipo de subproduto sobre o teor de celulose dos materiais estudados, havendo diferença entre os subprodutos, quando se utilizaram níveis de 1 e 2% de amônia.

Na **tabela VII**, observa-se que houve diferença significativa ($p < 0,05$) nos valores de lignina, para os tratamentos com 6, e 8% de uréia em relação ao bagaço *in natura*. Para os tratamentos com 4% de uréia, apenas com a dose de 4% de soja grão o teor de lignina foi inferior ($p < 0,05$) ao bagaço *in natura*. Pelo estudo de regressão, verificou-se redução linear da lignina com o aumento das doses de uréia, para todas as doses de soja grão moída (**tabela VII**).

Fernandes *et al.* (2002) amonizaram feno de *Brachiaria decumbens* com 5% de uréia (%MS) e observaram redução no teor de lignina. De forma similar, Rosa *et al.* (1998) observaram diminuição de 24,6% no conteúdo de lignina, em resposta ao tratamento com uréia. Os resultados relatados por esses autores corroboram as observações deste trabalho, pois, com o aumento das doses de uréia adicionadas ao bagaço, os teores de lignina reduziram-se linearmente, independente da dose de soja grão moída utilizada. Isto ocorreu, possivelmente, de acordo com Van Soest (1994), pela dissolução de parte da lignina e pelo rompimento das ligações intermole-

culares do tipo éster, entre o ácido urônico da hemicelulose e da celulose, durante a amonização.

CONCLUSÃO

O aumento das doses de uréia no processo de amonização do bagaço de cana-de-açúcar implicou em redução dos teores de FDN, FDA, celulose, hemicelulose e lignina, e aumento dos teores de PB. Todavia, os teores de MS não foram afetados pelas diferentes doses de uréia e soja grão moída utilizadas nos tratamentos, diferindo apenas do teor de MS do bagaço de cana *in natura*.

A utilização da soja grão moída, como fonte de urease, na amonização do bagaço de cana-de-açúcar, foi eficiente na redução dos níveis de FDN apenas para as doses de 2 e 4% de uréia, sugerindo que para doses mais elevadas de uréia no processo de amonização do bagaço de cana-de-açúcar não seria necessária a aplicação de uma fonte extra de urease.

AGRADECIMENTO

À Universidade Estadual de Montes Claros / UNIMONTES. À FAPEMIG e ao CNPq pelo auxílio com bolsas.

BIBLIOGRAFIA

- Bonjardim, S.R. e Reis, R.A. 1992. Avaliação da qualidade dos fenos de gramíneas tropicais armazenados com diferentes níveis de umidade e tratados com amônia. *Rev. Bras. Zootecn.*, 21: 866-873.
- Cândido, M.J.D. e Neiva, J.N.M. 1998. Amonização do bagaço de cana-de-açúcar. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia. Botucatu. Anais. SBZ. Botucatu. pp. 424-426.
- Cândido, M.J.D. e Neiva, J.N.M. 1999. Avaliação do valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com uréia. *Rev. Bras. Zootecn.*, 28: 928-935.
- Carvalho, M.C. e Ferreira, M.A. 2005. Associação do bagaço de cana-de-açúcar, palma forrageira e uréia com diferentes suplementos com dietas para novilhas da raça holandesa. *Acta Sci. Ani. Sci.*, 27: 247-252.
- Carvalho, G.G.P. de, Pires, A.J.V., Silva, R.R., Mendes, F.B.L., Souza, D.R. de e Pinheiro, A.A. 2007a. Degradabilidade da fração fibrosa do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com uréia. *Arch. Zootec.*, 56: 87-90.
- Carvalho, G.G.P. de, Pires, A.J.V., Silva, R.R., Mendes, F.B.L., Souza, D.R. de e Pinheiro, A.A. 2007b. Degradação ruminal do bagaço de cana-de-açúcar tratado com uréia. *Arch. Zootec.*, 56: 59-62.
- Fernandes, L.O. e Reis, R.A. 2002. Qualidade do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf submetido

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR AMONIZADO

- ao tratamento com amônia anidra ou uréia. *Rev. Bras. Zootecn.*, 31: 1325-1332.
- Garcia, R. e Pires, A.J.V. 1998. Tratamento de volumosos de baixa qualidade para utilização na alimentação de ruminantes. In: Congresso Nacional dos Estudantes de Zootecnia. Viçosa. Anais... AMEZ. Viçosa. pp. 33-60.
- Gesualdi, A.C.L.S. e Silva, J.F.C. 2001. Efeito da amonização sobre a composição, a retenção de nitrogênio e a conservação do bagaço e da ponta de cana-de-açúcar. *Rev. Bras. Zootecn.*, 30: 508-517.
- Hassoun, P. and Geoffroy, F. 1990. Studies on the ammoniation of sugar-cane bagasse by urea effects of moisture, urea levels, urease source and treatment periods on composition, *in vitro* dry matter digestibility and evolution of ureolytic bacteria. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 29: 113-129.
- Neiva, J.N.M. e Garcia, R. 1998. Características fermentativas das silagens de milho amonizadas. *Rev. Bras. Zootecn.*, 27: 474-480.
- Nunes, I.J. 1995. Nutrição Animal. Belo Horizonte. FEP-MVZ Editora. 334 pp.
- Pereira, J.C e Queiroz, A.C. 1990. Efeito do tratamento da palha de milho e do bagaço de cana, com uréia e amônia anidra, sobre o consumo e ganho de peso de novilhos. *Rev. Bras. Zootecn.*, 19: 469-475.
- Pereira, J.R.A. e Ezequiel, J.M.B. 1993. Efeitos da amonização sobre o valor nutritivo do feno de capim braquiária. *Pes. Agropecu. Bras.*, 28: 1451-1455.
- Pires, A.J.V. 1995. Efeito da amônia anidra sobre a conservação e composição químico-bromatológica da quirela de milho (*Zea mays* L.) com alta umidade. Viçosa. Dissertação Mestrado em Zootecnia. MG. UFV. 70 pp.
- Reis, R.A. e Garcia, R. 1990. Efeitos da aplicação de amônia anidra sobre a digestibilidade do feno de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf). *Rev. Bras. Zootecn.*, 19: 201-208.
- Rodrigues, R.C. e Peixoto, R.R. 1993. Avaliação nutricional do bagaço de cana-de-açúcar de micro destilaria de álcool para ruminantes. *Rev. Bras. Zootecn.*, 22: 212-221.
- Rosa, B. e Fadel, R. 2001. Uso de amônia anidra e de uréia para melhorar o valor alimentício de forragens conservadas. In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas. Maringá. Anais... Maringá. 319 pp.
- Rosa, B., Reis, R.A., Resende, K.T., Kronka, S.N. e Jobim, C.C. 1998. Valor nutritivo do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. basilisk submetido a tratamento com amônia anidra ou uréia. *Rev. Bras. Zootecn.*, 27: 815-822.
- Sarmento, P. e Garcia, R. 1999. Tratamento do bagaço de cana-de-açúcar com uréia. *Rev. Bras. Zootecn.*, 28: 1203-1208.
- Sarmento, P., Garcia, R. e Pires, A.J.V. 2000. Níveis de grãos de soja como fonte de urease no tratamento do bagaço de cana-de-açúcar com uréia. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Viçosa. Anais... SBZ. Viçosa. 3 pp.
- Souza, A.L. e Garcia, R. 2001. Composição químico-bromatológica da casca de café tratada com amônia anidra e sulfeto de sódio. *Rev. Bras. Zootecn.*, 30: 983-991.
- Oliveira, A.C., Pires, A.J.V., Oliveira, H.C., Patês, N.M.S., Foncêca, M.P., Carvalho, G.G.P., Neto, U.M., Oliveira, U.L.C., Aguiar, L.V. e Oliveira, A.B. 2007. Composição nitrogenada de silagens de gramíneas tropicais tratadas com uréia. *Arch. Zootec.*, 56: 15-21.
- Teixeira, J.C. 1992. Nutrição de ruminantes. Lavras. FAEPE. 239 pp.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Anim. Sci.*, 74: 3583-3597.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press. New York. 476 pp.