

**Dinâmica ruminal e pós ruminal da cana-de-açúcar  
e do farelo de algodão em bovinos alimentados  
com farelo de algodão e cana-de-açúcar suplementada  
com três diferentes níveis de uréia.**

(Outflow rates of sugar cane and cottonseed meal through the digestive tract of steers fed cottonseed meal and sugar cane, supplemented with three different urea levels).

D.G. *Figueira*<sup>1</sup>

L.J.M. *Aroeira*<sup>2</sup>

N.M. *Rodriguez*<sup>3</sup>

I.B.M. *Sampaio*<sup>4</sup>

F.C.F. *Lopes*<sup>5</sup>

M.P. *Torres*<sup>6</sup>

1. Estudante de pós-graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG. Caixa Postal 567, 30161-970 - Belo Horizonte - MG.
2. Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite - EMBRAPA. Rodovia MG 133, Km 42, 36155. Coronel Pacheco - MG.
3. Professor do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG. Caixa Postal 567, 30161-970 Belo Horizonte - MG e pesquisador do CNPq.
4. Professor do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG. Caixa Postal 567, 30161-970 - Belo Horizonte - MG
5. Agrônomo-Centro Nacional de Pesquisa-Gado de Leite - EMBRAPA. Rodovia MG, 133, Km 42, 36155 - Coronel Pacheco - MG.
6. Bolsista do CNPq.

RESUMO

Utilizaram-se seis novilhos alimentados com farelo de algodão e cana-de-açúcar suplementada com uréia, em delineamento experimental quadrado latino balanceado (3x3), para avaliar o efeito do nível de uréia adicionada à cana-de-açúcar sobre a dinâmica da fase sólida no rúmen e intestino da cana-de-açúcar e do farelo de algodão. As dietas constituíram-se de 15% da matéria seca (MS) de farelo de algodão e 85% da MS de cana-de-açúcar suplementada com uréia (1,0; 1,5 ou 2,0% da matéria natural da cana para os tratamentos A, B e C, respectivamente). O tempo de retenção da cana-de-açúcar no rúmen foi maior ( $P < 0,05$ ) para a dieta suplementada com 1,5% de uréia (30,65 horas) do que com

---

\* Recebido para publicação em 25 de março de 1992.

2,0% (27,89 horas). Com o menor nível de uréia (1,0%), o tempo de retenção no rúmen apresentou valor médio intermediário (28,97 horas), semelhante aos demais tratamentos ( $P>0,05$ ). Os parâmetros das dinâmicas ruminal e pós ruminal do farelo de algodão não foram significativamente afetados pelo nível de uréia da dieta.

**PALAVRAS CHAVE:** Cana-de-açúcar, uréia, taxa de passagem.

#### SUMMARY

Six steers were used in a balanced latin square design (3x3) to evaluate the effect of dietary urea level on passage rates of sugar cane and cottonseed meal through the gastrointestinal tract. The diets consisted of 15% cottonseed meal and 85% sugar cane (dry basis) + urea (1,0; 1,5 or 2,0% the weight of fresh cane for treatments A, B and C, respectively). Sugar cane rumen retention time was higher ( $P<0,05$ ) in treatment B (30,65 hours) than in C (27,89 hours). When sugar cane was supplemented with 1,0% urea level (treatment A), rumen retention time had an intermediate value (28,97 hours) which did not differ significantly from the others ( $P>0,05$ ). The ruminal and post-ruminal passage rates of cottonseed meal were not affected by the urea level of the diet.

**KEY WORD:** Sugar cane, urea, passage rate.

#### INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma cultura de grande importância na economia de muitos países tropicais. A sua utilização na alimentação de ruminantes tem sido alvo de muitas pesquisas, em virtude de características como elevada produção de carboidratos por unidade de área, hábito de crescimento perene, auto-armazenamento no campo e facilidade de cultivo.

Apesar das vantagens que apresenta, os resultados obtidos, quando ela constitui a única fonte de volumoso para ruminantes, não atingem os níveis esperados, indicando a existência de limitações ainda pouco esclarecidas (RODRIGUEZ & CORVEA, 1983).

O farelo de algodão tem sido apontado como boa fonte de proteína sobrepassante, e a uréia é boa fonte de nitrogênio degradável no rúmen para dietas baseadas em cana-de-açúcar (PRESTON & LENG, 1978; MOREIRA, 1983).

Os requisitos de nitrogênio fermentável no rúmen têm sido calculados em função da matéria orgânica fermentável da dieta. Com o nível de suplementação com uréia de 1% da matéria natural da cana, consegue-se atingir a relação nitrogênio/energia ótima para máxima eficiência de síntese de proteína microbiana no rúmen (THE NUTRIENTS..., 1984).

O objetivo deste trabalho foi avaliar se o aumento do nível de uréia da dieta afeta as dinâmicas ruminal e pós ruminal da cana-de-açúcar e do farelo de algodão, em bovinos.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite - EMBRAPA, em Coronel Pacheco, Minas Gerais, e as análises de laboratório e estatística na Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais.

Foram utilizados seis bovinos mestiços, pesando em média 440 kg, em delineamento experimental quadrado latino balanceado (3x3).

A dieta constituiu-se de 15% da matéria seca (MS) de farelo de algodão e 85% da MS de cana-de-açúcar suplementada com uréia (1,0; 1,5 ou 2,0% da matéria natural para os tratamentos A, B e C, respectivamente).

O farelo de algodão e a FDN da cana-de-açúcar foram tratados com dicromato de sódio conforme ÚDEN et al (1980).

Após um período de adaptação de sete dias, 60g do farelo de algodão tratado foram colocados diretamente no rúmen dos animais e amostras de fezes foram colhidas do reto durante seis dias, nos seguintes horários após a administração do marcador, indicados no esquema A.

Foram utilizados dois bovinos fistulados no esôfago para a obtenção da cana-de-açúcar a ser tratada. Cem gramas de cana tratada foram colocados no rúmen dos animais 22 dias após as colheitas para a determinação da dinâmica do farelo de algodão. Os horários de colheita de fezes obedeceram o esquema B.

## Esquema A de colheita de fezes

Dia	Horas após a administração
1	9-12
2	15-18-21-24-27-30-34
3	38-47-50-54-58
4	62-71-77-83
5	93-99-105
6	120

## Esquema B de colheita de fezes

Dia	Horas após a administração
1	07-11-13-15
2	17-19-21-23-25-28-31-34-37
3	47-50-54-58-62
4	70-76-82-86
5	94-100-106-110
6	118-124-130-134
7	142-148-154-158
8	166

As taxas de passagem foram calculadas segundo o modelo proposto por GROVUM & WILLIAMS (1973):

$$Y = A \cdot e^{-k_1(t-TT)} - A \cdot e^{-k_2(t-TT)} \quad \text{para } t > TT$$

$$Y = 0 \quad \text{para } t < TT,$$

onde Y é a concentração fecal do marcador, k1 a taxa de passagem do rúmen-retículo, k2 a taxa de passagem do intestino, "t" o tempo após a administração do marcador, TT estimativa do tempo de trânsito do omaso, abomaso e intestino e A não possui significado biológico.

Foi utilizado o programa PASAJE2 (FERNANDEZ, 1990), que utiliza a metodologia proposta por HARTNELL & SATTER (1979). Através dele, foram calculados valores iniciais dos parâmetros. Os valores de k1, k2 e TT encontrados foram utilizados como parâmetros iniciais nas determinações feitas pelo método MARQUARDT, através do programa para modelos não lineares do Statistical Analysis Systems (SAS, 1985). Desta forma, o programa convergiu em menos de 10 interações em todos os casos. Foram calculados também os tempos médios de retenção no  $(1/k1 + 1/k2 + TT)$  e os tempos de retenção no rúmen  $(1/k1)$  e no intestino  $(1/k2)$  (COLUCCI, 1984).

Os parâmetros foram calculados para cada animal e foi feita análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tuckey, conforme SNEDECOR & COCHRAN (1971)

## RESULTADOS

A composição química e o teor de energia bruta das dietas utilizadas nos três tratamentos constam da TAB. 1.

Os consumos de matéria seca observados foram de 70,04; 68,77 e 74,61 gramas por quilo de peso metabólico, para os tratamentos A, B e C, respectivamente.

Os parâmetros das dinâmicas ruminal e pós-ruminal da cana-de-açúcar constam da TAB. 2. Não foi verificado efeito significativo do nível de uréia sobre as taxas de passagem do rúmen (k1) e do ceco e colon (k2), tempos de retenção no intestino (TRI), tempos de trânsito (TT) e tempos médios de retenção (TMR) ( $P > 0,05$ ). Entretanto, o tempo de retenção no rúmen (TRR) foi maior para a dieta em que a cana foi suplementada com 2,0% de uréia do que para o nível de 1,5% ( $P < 0,05$ ); a que recebeu menor suplementação com uréia (1,0%) não diferiu das demais. A transformação da variável k1 em TRR  $(1/k1)$  resultou em valores absolutos bem maiores, permitindo a detecção de diferenças significativas.

TABELA 1

Composição química e energia bruta das dietas (base seca).

	Uréia (%)		
	1,0	1,5	2,0
PB (%)	16,96	21,71	24,75
FDA (%)	36,19	36,19	36,19
EB (Mcal/kg)	4,01	4,01	4,01

TABELA 2

Taxas de passagem (k1,k2) e tempos de retenção (TRR, TRI) no rúmen e intestino, tempo de trânsito (TT) e tempos médios de retenção (TMR) de cana-de-açúcar, segundo os tratamentos (uréia), e respectivos coeficientes de variação (CV).

	Uréia (%)			CV
	1,0	1,5	2,0	
k1 (%/h)	3,50 <sup>a</sup>	3,80 <sup>a</sup>	3,40 <sup>a</sup>	6,81 <sup>a</sup>
K2 (%/h)	5,90 <sup>a</sup>	5,60 <sup>a</sup>	5,70 <sup>a</sup>	16,05
TRR (h)	28,97 <sup>ab</sup>	27,89 <sup>b</sup>	30,65 <sup>a</sup>	5,19
TRI (h)	17,11 <sup>a</sup>	18,26 <sup>a</sup>	17,90 <sup>a</sup>	14,36
TT (h)	17,91 <sup>a</sup>	18,28 <sup>a</sup>	18,85 <sup>a</sup>	8,23
TMR (h)	64,02 <sup>a</sup>	64,43 <sup>a</sup>	67,31 <sup>a</sup>	4,84

Médias na mesma linha seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tuckey (P<0,05).

Os parâmetros das dinâmicas ruminal e pós ruminal do farelo de algodão constam na TAB.3. Não foram encontradas diferenças ( $P>0,05$ ) entre tratamentos para nenhuma das variáveis.

Foi verificado efeito significativo de período, para  $k_1$  e, de animal, para TT ( $P<0,05$ ) do farelo de algodão.

TABELA 3

Taxas de passagem ( $k_1, k_2$ ) e tempos de retenção (TRR, TRI) no rúmen e intestino, tempos de trânsito (TT) e tempos médios de retenção (TMR) do farelo de algodão, segundo o nível de uréia, e respectivos coeficientes de variação (CV)

	Uréia (%)			CV
	1,0	1,5	2,0	
$k_1$ (%/h)	4,60 <sup>a</sup>	3,70 <sup>a</sup>	4,20 <sup>a</sup>	23,79
$k_2$ (%/h)	9,90 <sup>a</sup>	10,70 <sup>a</sup>	8,50 <sup>a</sup>	48,24
TRR (h)	23,91 <sup>a</sup>	31,00 <sup>a</sup>	24,85 <sup>a</sup>	22,10
TRI (h)	11,59 <sup>a</sup>	11,69 <sup>a</sup>	13,71 <sup>a</sup>	36,77
TT (h)	18,72 <sup>a</sup>	18,02 <sup>a</sup>	19,36 <sup>a</sup>	12,26
TMR (h)	52,69 <sup>a</sup>	60,71 <sup>a</sup>	57,92 <sup>a</sup>	10,69

Médias na mesma linha seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tuckey ( $p>0,05$ )

## DISCUSSÃO

As taxas de passagem no rúmen ( $k_1$ ) da cana-de-açúcar estão de acordo com HUGHES-JONES et al (1981), que observaram valores de 2,2 a 4,6%/hora, para dietas contendo cana-de-açúcar suplementada com uréia. Apesar de as taxas de passagem no rúmen ( $k_1$ ) da cana-de-açúcar terem sido semelhantes para os três tratamentos ( $P < 0,05$ ), o TRR foi menor para o nível intermediário de uréia (1,5%) do que para o maior nível (2,0%). Diferenças significativas na taxa de passagem no rúmen foram verificadas por HUGHES-JONES et al (1981) e ORSKOV et al (1988), que atribuíram esta variação à diferenças na atividade de ruminação.

Confirmando as afirmações de BRANDT & THACKER (1958) e GROVUM & WILLIAMS (1973), as taxas de passagem no compartimento pós-ruminal foram maiores que no rúmen. Foi observado, entretanto, falta de ajuste do modelo nos primeiros horários de amostragem, e o número de pontos considerados na porção ascendente da curva foi pequeno. Segundo HARTNELL & SATTER (1979),  $k_2$  é uma estimativa pouco precisa, pois é afetada por mistura imperfeita do marcador no rúmen e, para que se consigam estimativas confiáveis, pelo menos seis a oito pontos de amostragem, que sejam considerados no modelo, devem ser obtidos antes do pico de excreção.

As taxas de passagem observadas para o farelo de algodão estão entre os limites sugeridos pelo THE NUTRIENTS ... (1984) para os níveis de consumo baixo e médio, e foram maiores que as encontradas para a cana-de-açúcar, concordando com COLUCCI (1984), que afirmou que para dietas mistas existem pelo menos dois "pools" de partículas sólidas com diferentes taxas de passagem (concentrado e volumoso). Mesmo assim, as taxas de passagem de cana-de-açúcar não foram tão baixas. Frequentemente é citado o alto tempo de retenção (baixas taxas de passagem) como fator determinante do baixo consumo de cana-de-açúcar por bovinos (PRESTON & LENG, 1978). No entanto neste caso particular, o fator mais importante parece ter sido a alta parcela de fibra indigestível da cana (AROFIRA et al. 1992).

As taxas de passagem do farelo de algodão do rúmen foram menores que as relatadas por AMANING-KWARTEING et al (1986), para novilhas consumindo palha tratada com hidróxido de sódio a nível de manutenção e 1,5 vezes a manutenção (5,2 e 7,3%/hora, respectivamente) e semelhantes aos resultados encontrados por LINDBERG (1985), para



taxa de passagem e tempo de retenção do farelo de algodão no rúmen de 3,9%/hora e 25,31 horas, respectivamente, em ovinos recebendo feno de gramínea e cevada a nível de manutenção.

### CONCLUSÕES

O tempo de retenção da cana-de-açúcar no rúmen é maior quando ela é suplementada com 2,0% de uréia que com 1,5%; para determinação da dinâmica pós-ruminal da fase sólida, é necessário que se obtenha maior número de pontos de amostragem anteriores ao pico de excreção fecal do marcador.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMANING-KWARTEING, K., KELLAWAY, R.C., LEIBHOLZ, J. Rumen degradation and fractional outflow rates of nitrogen supplements given to cattle eating sodium hydroxide-treated straw. *Br. J. Nutr.*, v.55, p.387-398, 1986.
- AROEIRA, L.J.M., FIGUEIRA, D.G., RODRIGUES, N.M. et al. Digestibilidade "in situ" da cana-de-açúcar e do farelo de algodão em bovinos alimentados com farelo de algodão e cana-de-açúcar adicionada de três níveis de uréia. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.44, 1992. No prelo.
- BRANDT, C.S., THACKER, E.J. A concept of rate of food passage through the gastro-intestinal tract. *J. Anim. Sci.*, v.17, p.218, 1958.
- COLUCCI, P.E. *Comparative digestion and digesta kinetics in sheep and cattle*. Guelph: University of Guelph, 1984. 231p. (thesis).
- FERNANDEZ, H.H. *Cinética de la digestión en rumiantes*. Rafaela: INTA - EEA, 1990. 50p.
- GROVUM, W.L., WILLIAMS, V.J. Rates of passage of digesta in sheep. 4. Passage of marker through the alimentary tract and biological relevance of rate-constants derived from the changes in concentration of marker in faeces. *Br. J. Nutr.*, v.30, p.313-329, 1973.
- HARTNELL, G.F., SATTER, L.D. Determination of rumen fill, retention time and ruminal turnover rates of ingesta at different stage of lactation in dairy cows. *J. Anim. Sci.* v.48, p.381-392, 1979.

- HUGHES-JONES, M.; ENCARNACIÓN, C.; DOME, F.; PRESTON, T.R. The influence of forages on digestion parameters of a sugar cane diet. *Tropical Anim. Prod.* v.6, p.279-283, 1981.
- LINDBERG, J.E. Retention time of chromium-labeled feed particles and water in the gut of sheep given hay and concentrate at maintenance. *Br. J. Nutr.*, v.53, p.559-567, 1985.
- MOREIRA, H.A. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. *Inf. Agropec.*, v.108, p.14-15, 1983.
- ORSKOV, E.R., OJWANG, I., REID, G.W. A study on consistency of differences between cows in rumen outflow rate of fibrous particles and other substrates and consequences for digestibility and intake of roughages. *Anim. Prod.*, v.47, p.45-51, 1988.
- PRESTON, T.R., LENG, R.A. Sugar cane as cattle feed. Part II. Commercial application and economics. *World Anim. Rev.*, v.28, p.44-48, 1978.
- RODRIGUEZ, V.O., CORVEA, E.R. Utilización de la caña de azúcar entera como fuente de forage en la alimentación del ganado. In: RODRIGUES et al. *Producción y uso de alimentos para la nutrición animal a partir de la caña de azúcar*. Habana: Centro de Información y Divulgación Agropecuario, 1983. p.11.
- SAS users guide: statistics. Cary, SAS Institute Inc., 1985.
- SNEDECOR, G.W., COCHRAN, W.G. *Métodos estadísticos*. México D.F.: Continental, 1971. 703p.
- THE NUTRIENTS requirements of ruminant livestock. supplement n.1. London: The Gresham Press, 1984. 45p.
- ÚDEN, P., COLUCCI, P.E., VAN SOEST, P.J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. *J. Sci. Food Agric.*, v.31, p.625-632, 1980.