



Anais da 49<sup>a</sup> Reunião Anual da  
Sociedade Brasileira de Zootecnia  
A produção animal no mundo em transformação



Brasília – DF, 23 a 26 de Julho de 2012

**Parâmetros da dinâmica de fluxo da fase sólida de dietas contendo cana de açúcar tratada ou não com óxido de cálcio, em fêmeas bovinas leiteiras Holandês x Gir<sup>1</sup>**

**Mariana Magalhães Campos<sup>2</sup>, Ana Luiza da Costa Cruz Borges<sup>3</sup>; Fernando César Ferraz Lopes<sup>2</sup>, Carlos Giovanni Pancoti<sup>4</sup>, Ricardo Reis e Silva<sup>3</sup>, Tainá Silvestre<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Parte da tese de doutorado da primeira autora apresentada à Universidade Federal de Minas Gerais. Projeto financiado pela Embrapa Gado de Leite, Escola de Veterinária da UFMG, CNPq, Fapemig e Ical Energética.

<sup>2</sup> Embrapa Gado de Leite. e-mail: [mariana@cnplg.embrapa.br](mailto:mariana@cnplg.embrapa.br)

<sup>3</sup> Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG

<sup>4</sup> Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UFMG

<sup>5</sup> Mestre em Ciências Agrárias

**Resumo<sup>a</sup>:** Avaliaram-se a taxa de passagem da fase sólida em fêmeas bovinas leiteiras Holandês x Gir recebendo dietas à base de cana de açúcar tratada ou não com óxido de cálcio (CaO). Os níveis de inclusão de CaO na MN foram: 0,0%, 1,0% e 2,0%, sendo a cana tratada fornecida após 24h. Utilizaram-se três vacas secas e seis novilhas, fistuladas no rúmen. O experimento foi delineado utilizando-se três quadrados latinos 3x3 com parcela subdividida, com três animais e três tratamentos por quadrado latino. Amostras de fluido ruminal foram coletadas a cada duas horas, por um período total de 24 horas. As estimativas dos parâmetros da cinética de fluxo da fase sólida foram feitas pelo processo iterativo do algoritmo Marquadt. O procedimento PROC NLIN (SAS, 2002) foi utilizado para ajuste do modelo de Dhanoa et al. (1985), para a fase sólida. Os valores dos parâmetros da dinâmica de fluxo da fase sólida foram semelhantes entre as dietas, com exceção da taxa de passagem no ceco e cólon que sofreu aumento linear à medida que a porcentagem de CaO na dieta foi aumentada.

**Palavras-chave:** cal, hidrólise, taxa de passagem

**Parameters of the flow solid phase dynamics of diets containing sugarcane treated or not with calcium oxide, in Holstein x Gyr dairy cows**

**Abstract:** This experiment evaluated solid passage rates in Holstein x Gyr cattle fed with sugarcane-based diets that were treated or not with calcium oxide (CaO). The CaO percentage in the as-fed diet were 0.0, 1.0 and 2.0%. Three heifers and six cows fitted with rumen cannula were used. Ruminal fluid samples were collected every two hours, for a period of 24 hours. The experiment design used was three latin squares with split-plot (three animals and three treatments per square). The estimates for solid phases ruminal kinetics were performed using the integrative process of Marquadt algorithm. The PROC NLIN procedure (SAS, 2002) was used in order to adjust the Dhanoa et al. (1985) model for solid phase. The parameters of solid phase flux dynamics were similar among diets, except for the cecal and colon passage rate, which was linearly enhanced as the percentage of CaO in the diet was enhanced.

**Keywords:** lime, hydrolysis, rate of passage

### Introdução

Uma das principais limitações da cana de açúcar nos experimentos de desempenho animal é o consumo de matéria seca (CMS) e de nutrientes. Sendo assim, a cana de açúcar tem sido correlacionada negativamente à ingestão de matéria seca, não apenas pela fração indigestível da fibra, mas também pela baixa taxa de digestão da fibra potencialmente degradável, as quais apresentam elevado efeito de repleção ruminal.

A nutrição dos ruminantes tem evoluído de forma significativa nos últimos anos, sendo a avaliação da taxa de passagem dos alimentos uma necessidade dos novos sistemas de predição de desempenho a fim de aperfeiçoar a predição da quantidade de nutrientes disponíveis para os microrganismos e para o hospedeiro. Para avaliar a velocidade com que as dietas, ou seus constituintes, passam pelo trato gastrointestinal, vários indicadores e modelos matemáticos têm sido propostos.

Quando a forragem apresenta alto teor de FDN, como as forrageiras cortadas em idades avançadas, ou quando a fibra apresenta baixa digestibilidade, como a da cana de açúcar, podem-se utilizar substâncias químicas visando melhorar a digestibilidade e a disponibilidade de nutrientes para os animais. Vários estudos têm demonstrado que o tratamento de materiais fibrosos com álcali melhora sua digestibilidade.

O presente trabalho foi conduzido para determinar a taxa de passagem da fase sólida em fêmeas bovinas Holandês x Gir recebendo dietas à base de cana de açúcar tratada ou não com óxido de cálcio em diferentes níveis.



### Material e Métodos

Foram utilizadas para este experimento cinco novilhas Holandês x Gir fistuladas no rúmen. A variedade da cana de açúcar utilizada foi a RB 73-9735 e apresentou grau Brix de 22. Os tratamentos foram: 0,0: Cana de açúcar + concentrado<sup>\*\*</sup>; 0,5: Cana de açúcar + 0,5% de inclusão de óxido de cálcio\* + concentrado<sup>\*\*</sup>; 1,0: Cana de açúcar + 1,0% de inclusão de óxido de cálcio\* + concentrado<sup>\*\*</sup>; 2,0: Cana de açúcar + 2,0% de inclusão de óxido de cálcio\* + concentrado<sup>\*\*</sup>. Os animais foram alimentados com a seguinte dieta: Cana de açúcar + 0,5% de inclusão de óxido de cálcio\* + concentrado<sup>\*\*</sup>. \*Os tratamentos com inclusão de óxido de cálcio foram preparados 24 horas antes do primeiro arraçoamento do dia. <sup>\*\*</sup> Foi fornecido 1kg de concentrado para cada 10kg de cana de açúcar na MN, no momento do arraçoamento.

A cana de açúcar foi finamente moída durante a manhã, pesada e espalhada em piso cimentado em galpão coberto. Adicionava-se o óxido de cálcio (CaO) em porcentagem de 0,5; 1 e 2% na MN, à seco, sendo o material homogeneizado, e armazenado por 24h para ação ao agente alcalino e o tratamento sem adição de CaO era fornecido imediatamente aos animais.

Em cada fase do quadrado latino foram coletadas amostras da cana de açúcar não tratada ou tratada com 1 ou 2% de óxido de cálcio na matéria natural, que foram submetidas à extração à quente com detergente neutro comercial, obtendo, em média, 83,58% de FDN, que, posteriormente, foi complexada com dicromato de sódio (Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.2H<sub>2</sub>O), conforme procedimentos relatados por Uden et al. (1980). Em cada fase experimental foram administrados, via rúmen, 100 g de FDN das respectivas canas de açúcar mordentadas, que apresentaram, em média, 3,06% de cromo na MS). As coletas de fezes foram iniciadas 8 h após a administração do indicador externo, prosseguindo em tempos pré-determinados até 96 h pós-dosificação (0, 6, 12, 18, 24, 36, 48, 60, 72, 84 e 96 h). As amostras foram congeladas e, posteriormente, pré-secadas (55°C, 72 h), moídas (1 mm) e analisadas quanto ao teor de cromo, por espectrofotometria de absorção atômica (Williams et al., 1962), após digestão nitroperclórica (Kimura e Miller, 1957).

Para a avaliação da cinética ruminal, o delineamento foi três quadrados latinos 3x3 com parcela subdividida, com três animais e três tratamentos por quadrado latino. Os parâmetros da cinética da fase sólida no rúmen foram estimados para cada vaca pelo processo iterativo do algoritmo Marquardt, com auxílio do procedimento para modelos não-lineares (PROC NLIN) do SAS... (2002). Para ajuste aos dados das concentrações de cromo nas fezes foi utilizado o modelo tempo-dependente multicompartmental de Dhanoa et al. (1985).

### Resultados e Discussão

Na Tabela 1 está a regressão linear dos parâmetros da dinâmica de fluxo da fase sólida das dietas experimentais e na Tabela 2 estão os valores. Os parâmetros da dinâmica de fluxo da fase sólida foram semelhantes entre as dietas, apenas a taxa de passagem no ceco e cólon foi influenciada pela adição de CaO, aumentando linearmente com o aumento de inclusão de CaO nas dietas experimentais.

Segundo Preston e Leng (1978), uma das principais limitações do uso da cana de açúcar e ureia é o baixo consumo alimentar causado por uma baixa taxa de passagem (2,6%/hora), alto tempo de retenção (40,6 horas), que por sua vez são causados por baixa degradabilidade da FDN, manutenção do pH ruminal em níveis altos e constantes, conjugada com o fornecimento de grandes quantidades de carboidratos solúveis, que proporcionam condições favoráveis ao crescimento de grande número de protozoários com dietas à base de cana de açúcar. Os protozoários ficam seletivamente retidos no rúmen, diminuindo a disponibilidade de proteína não degradável no rúmen e no intestino e aumentando o tempo de retenção da fração fibrosa no rúmen, limitando o consumo.

O valor nutritivo da cana de açúcar é limitado pela baixa taxa de digestão da parede celular, que contribui com pouca energia metabolizável para o animal e também reduz a eficiência de utilização dos açúcares solúveis através do efeito negativo sobre o ecossistema ruminal, devido à baixa taxa de reciclagem no rúmen.

Tabela 1. Regressão linear obtida dos valores dos parâmetros da dinâmica de fluxo da fase sólida de dietas à base de cana de açúcar e de cana de açúcar hidrolisada com níveis crescentes de óxido de cálcio em fêmeas bovinas Holandês x Gir

| Variável             | Parâmetros das regressões lineares ( $\hat{Y} = a + bX$ ) <sup>1</sup> |         |         |         |                |
|----------------------|--|---------|---------|---------|----------------|
|                      | a  | DP (a)  | b*      | DP (b)  | r <sup>2</sup> |
| k <sub>2</sub> (%/h) | 0,06231  | 0,00477 | 0,00748 | 0,00369 | 0,1066         |

<sup>1</sup> $\hat{Y}$  = variável estimada; X = nível de inclusão de óxido de cálcio (% da matéria natural); a = estimativa do intercepto; DP (a) = erro-padrão da estimativa de "a"; b = coeficiente de regressão linear; DP (b) = erro-padrão da estimativa de "b"; r<sup>2</sup> = coeficiente de determinação. \*P<0,05



Tabela 2. Parâmetros da dinâmica de fluxo da fase sólida de dietas à base de cana de açúcar e de cana de açúcar hidrolisada com níveis crescentes de óxido de cálcio em fêmeas bovinas Holandês x Gir

| Parâmetro <sup>a</sup> | Nível de inclusão de óxido de cálcio<br>(% da matéria natural) |      |      | EPM <sup>b</sup> | Efeito (valor de P) |            |
|------------------------|--|------|------|------------------|---------------------|------------|
|                        | 0,0  | 1,0  | 2,0  |                  | Linear              | Quadrático |
| k <sub>1</sub> (%/h)   | 3,82   | 3,75 | 3,46 | 0,19             | Ns <sup>c</sup>     | Ns         |
| k <sub>2</sub> (%/h)   | 6,45   | 6,54 | 7,95 | 0,45             | < 0,05              | Ns         |
| TT (h)                 | 11,7   | 12,5 | 8,8  | 0,92             | Ns                  | Ns         |
| TRR (h)                | 27,1   | 28,7 | 31,0 | 1,84             | Ns                  | Ns         |
| TRPOS (h)              | 15,8   | 16,2 | 13,2 | 0,90             | Ns                  | Ns         |
| TMR (h)                | 54,7   | 57,5 | 53,0 | 2,01             | Ns                  | Ns         |

a Parâmetros estimados a partir do ajuste do modelo de Dhanoa et al. (1985) aos dados de excreção fecal de cromo: k<sub>1</sub> = taxa de passagem no rúmen; k<sub>2</sub> = taxa de passagem no ceco e cólon; TT = tempo de trânsito; TRR = tempo de retenção no rúmen (1/k<sub>1</sub>); TRPOS = tempo de retenção no ceco e cólon proximal (1/k<sub>2</sub>); e TMR = tempo de retenção no TGI (TT+TRR+TRPOS); b EPM = erro-padrão da média; c Ns = não-significativo (P>0,05).

#### Conclusões

Os parâmetros da dinâmica de fluxo da fase sólida foram semelhantes entre as dietas, apenas a taxa de passagem no ceco e cólon foi influenciada pela adição de CaO, aumentando linearmente com o aumento de inclusão de CaO nas dietas experimentais.

#### Literatura citada

DHANOVA, M.S.; SIDONS, R.C.; FRANCE, J. et al. A multicompartimental model to describe marker excretion patterns in ruminant faeces. **British Journal of Nutrition**, v.53, p.663-671, 1985.

KIMURA, F.T.; MILLER, V.L. Chromic Oxide Measurement, Improved Determination of Chromic Oxide in Cow Feed and Feces. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.5, n.3, p.216, 1957.

SAS INSTITUTE INC. **SAS® User's Guide: Statistics**, 5.ed. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2002.

UDÉN, P.; COLUCCI, P.E.; VAN SOEST, P.J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.31, p.625-632, 1980.

WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; IISMAA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agriculture Science**, v.59, n.3, p.381-385, 1962.

PRESTON, T.R.; LENG, R.A. La caña de azúcar como alimento para los bovinos. **Revista Mundial de Zootecnia**, v.27, p.7-12, 1978.

<sup>a</sup> Como citar este trabalho: CAMPOS, M.M.; BORGES, A.L.C.C.; LOPES, F.C.F. et al. Parâmetros da dinâmica de fluxo da fase sólida de dietas contendo cana de açúcar tratada ou não com óxido de cálcio, em fêmeas bovinas leiteiras Holandês x Gir. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012, Brasília. Anais... Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2012. (CD-ROM).