



## **Cinética de trânsito das fases líquida e sólida de dietas baseadas em cana-de-açúcar ou silagem de milho suplementadas com concentrados e fornecidas para vacas Holandês x Zebu em lactação**

Anna Carolynne Alvim Duque<sup>1</sup>, Bernardus Cornelis Johannes Fonken<sup>2</sup>, Fernando César Ferraz Lopes<sup>3</sup>, Rosemeire Aparecida de Carvalho Dornelas<sup>4</sup>, Ana Clarissa Sousa Motta<sup>5</sup>, Sarita Gonçalves do Carmo<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Estudante de Ciências Biológicas do Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora (CES-JF). Estagiária e bolsista da Embrapa Gado de Leite (Juiz de Fora, MG). E-mail: [alvimduque@yahoo.com.br](mailto:alvimduque@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Estudante do Curso *Animal Science* da Wageningen University, Holanda. Estagiário da Embrapa Gado de Leite. E-mail: [oearendbart@hotmail.com](mailto:oearendbart@hotmail.com)

<sup>3</sup>Analista da Embrapa Gado de Leite. E-mail: [fernando@cnppl.embrapa.br](mailto:fernando@cnppl.embrapa.br)

<sup>4</sup>Estudante de Ciências Biológicas do CES-JF. Assistente da Embrapa Gado de Leite. E-mail: [miererose@yahoo.com.br](mailto:miererose@yahoo.com.br)

<sup>5</sup>Estudante de Farmácia da UFJF. Bolsista da FAPEMIG. E-mail: [aclarissamotta@yahoo.com.br](mailto:aclarissamotta@yahoo.com.br)

<sup>6</sup>Estudante de Farmácia da UFJF. Bolsista do CNPq. E-mail: [saritagcarmo@yahoo.com.br](mailto:saritagcarmo@yahoo.com.br)

**Resumo:** O experimento foi realizado na Embrapa Gado de Leite (Coronel Pacheco, MG), com o objetivo de avaliar parâmetros da cinética de trânsito das fases sólida e líquida em vacas Holandês x Zebu no terço médio da lactação (175±20 dias), produzindo de 7,4 a 9,0 kg/dia de leite, canuladas no rúmen, recebendo dietas baseadas em combinações de dois alimentos volumosos (cana-de-açúcar picada ou silagem de milho) com dois suplementos concentrados (fubá de milho ou farelo de trigo), em delineamento em Quadrado Latino com arranjo fatorial 2 x 2 (tipo de volumoso x tipo de concentrado). Para estimativa dos parâmetros das cinéticas de trânsito das fases sólida e líquida, modelos não-lineares foram, respectivamente, ajustados aos dados de excreção fecal de Cromo e de concentrações de Cobalto no líquido ruminal. As composições químicas médias das dietas avaliadas (cana-de-açúcar + fubá de milho; cana-de-açúcar + farelo de trigo; silagem de milho + fubá de milho; e silagem de milho + farelo de trigo) foram, respectivamente, de 12,7; 12,5; 12,8 e 12,2% de proteína bruta; e de 49,0; 51,1; 49,9 e 56,7% de fibra em detergente neutro (FDN). Os respectivos consumos de matéria seca e de FDN (porcentagem do peso vivo, %PV) das quatro dietas foram de 2,02 e 0,98%PV; 2,23 e 1,13%PV; 2,57 e 1,28%PV e 2,22 e 1,25%PV, enquanto que as taxas de passagem ruminais estimadas para as fases sólida e líquida foram de 5,63 e 8,39%/h; 5,97 e 7,07%/h; 5,43 e 7,60%/h; e 5,74 e 7,33%/h.

**Palavras-chave:** farelo de trigo, fubá de milho, indicador externo, óxido crômico, taxa de passagem

### **Solid and liquid transit parameters of chopped sugarcane or corn silage based diets supplemented with concentrate in Holstein x Zebu crossbred lactating cows**

**Abstract:** The experiment was carried out in Embrapa Dairy Cattle (Coronel Pacheco, Minas Gerais State, Brazil) to study the solid and liquid transit parameters of chopped sugarcane or corn silage based diets supplemented with corn meal or wheat middlings. Four Holstein x Zebu rumen fistulated crossbred lactating cows (175±20 days in milk), yielding between from 7.4 to 9.0 kg/day of milk were allotted to balanced 4 x 4 Latin Square with 2 x 2 factorial arrangement (roughage class x concentrate class). Non linear models were adjusted to the curves of fecal excretion of Chromium and liquid ruminal concentrations of Cobalt, respectively to estimate the solid and liquid transit parameters. The average chemical composition of the four diets (sugarcane + corn meal, sugarcane + wheat middlings, corn silage + corn meal and corn silage + wheat middlings) were respectively 12.7, 12.5, 12.8 and 12.2% for crude protein and 49.0, 51.1, 49.9 and 56.7% for neutral detergent fiber (NDF). The dry matter and NDF intakes (percent of body weight, %BW) were respectively of 2.02 and 0.98%BW, 2.23 and 1.13%BW, 2.57 and 1.28%BW, and 2.22 and 1.25%BW, while the estimated particulate and fluid ruminal rates of passage were 5.63 and 8.39%/h, 5.97 and 7.07%/h, 5.43 and 7.60%/h, and 5.74 and 7.33%/h.

**Keywords:** cobalt, wheat middlings, corn meal, external marker, chromic oxide, rate of passage

### **Introdução**

A silagem de milho é um dos alimentos volumosos mais utilizados no Brasil, tanto para minimizar os problemas de estacionalidade da produção de forragens tropicais nos sistemas de produção de leite baseados em pastagens, ou como principal forrageira em dietas de vacas manejadas sob confinamento.

Em face do elevado teor de carboidratos não-estruturais na estação seca do ano e da alta produtividade da cultura, a cana-de-açúcar é outro importante alimento volumoso utilizado no arraçamento de vacas em lactação nos sistemas de produção de leite estabelecidos no Brasil. Conscientes e racionais estratégias de suplementação da forragem com alimentos concentrados, objetivando níveis mais elevados de produção animal são normalmente implementadas em sistemas de produção de leite. No entanto, estudos sobre o tipo de suplemento a ser fornecido devem ser realizados, principalmente, no que diz respeito aos impactos de seu consumo sobre as cinéticas de trânsito da digesta ao longo do trato gastrointestinal, fatores estes diretamente associados à proporção dos nutrientes dietéticos que serão digeridos, absorvidos e utilizados pelo animal.

Este experimento objetivou estudar parâmetros da cinética de trânsito das fases sólida e líquida em vacas Holandês x Zebu em lactação, recebendo dietas baseadas em combinações de dois alimentos volumosos (cana-de-açúcar picada ou silagem de milho) com dois suplementos concentrados (fubá de milho ou farelo de trigo).

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado na Embrapa Gado de Leite (Coronel Pacheco, MG), sendo utilizadas quatro vacas Holandês x Zebu, fistuladas no rúmen, no terço médio da lactação (175±20 dias).

Foram avaliadas quatro dietas baseadas em combinações de dois alimentos volumosos (cana-de-açúcar picada ou silagem de milho) com dois suplementos concentrados (fubá de milho ou farelo de trigo), fornecidas, individualmente, pela manhã, uma vez ao dia, como mistura total (relação volumoso:concentrado = 85:15%, base matéria seca - MS), em cochos *Calan-gates* dotados de portões eletrônicos (American Calan Inc., Northwood, NH, EUA), instalados em curral do tipo *free-stall*, com água e mistura mineral para consumo *ad libitum*. As vacas foram ordenhadas, mecanicamente, duas vezes ao dia. As rações foram formuladas visando contrastes para concentrações dietéticas de carboidratos estruturais e não-estruturais, sendo elas: 1) cana-de-açúcar + fubá de milho; 2) cana-de-açúcar + farelo de trigo; 3) silagem de milho + fubá de milho; e 4) silagem de milho + farelo de trigo. Para torná-las isonitrogenadas, foram suplementadas com diferentes quantidades de uréia (0,4 a 1,0% da MS da dieta).

Foi utilizado delineamento Quadrado Latino (QL) com arranjo fatorial 2 x 2 (volumoso x concentrado), com períodos de adaptação às dietas e de coleta, respectivamente, de dez e seis dias.

As estimativas das taxas de passagem da fase sólida foram feitas, individualmente, em cada fase do QL, a partir de uma única administração, via fistula ruminal, de 10 g de óxido crômico (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). As coletas de fezes foram iniciadas 6 h após a administração do indicador externo, prosseguindo em tempos pré-determinados até 144 h pós-dosificação (6; 9; 12; 18; 24; 30; 36; 42; 48; 60; 72; 84; 96; 108; 120 e 144 h). As amostras foram congeladas (-10°C) e, posteriormente, pré-secas (55°C, 72 h), moídas (1 mm) e analisadas quanto à concentração de Cr, por espectrofotometria de absorção atômica.

Para estimativa dos parâmetros da cinética da fase líquida no rúmen, em cada fase do QL, foram administrados via fistula ruminal, 5 g do indicador externo Cobalto-EDTA diluídos em 200 mL de água destilada, imediatamente antes do fornecimento da ração diária. Aliquotas de 5 mL de líquido ruminal foram coletadas antes da administração do indicador (tempo zero) e 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 24 h após, sendo as amostras transferidas para frascos, congeladas (-10°C) e, posteriormente analisadas quanto à concentração de Co por espectrofotometria de absorção atômica.

As estimativas dos parâmetros das cinéticas de trânsito das fases sólida e líquida foram realizadas, ajustando os modelos não-lineares descritos por Grovum & Williams (1973) e Colucci (1984), respectivamente. Foram geradas curvas para cada dieta, a partir da utilização conjunta dos dados das quatro repetições (vacas). Ressalte-se que a análise de variância de parâmetros de curvas individuais (rodadas por animal) não tem respaldo estatístico para sua execução (uma vez que todos já são estimativas). A despeito disto, curvas individuais também foram obtidas, visando facilitar a percepção de eventuais valores atípicos de concentrações dos indicadores.

### **Resultados e Discussão**

As composições químicas médias das dietas (cana-de-açúcar + fubá de milho; cana-de-açúcar + farelo de trigo; silagem de milho + fubá de milho; e silagem de milho + farelo de trigo) foram, respectivamente, de 12,7; 12,5; 12,8 e 12,2% de proteína bruta; e de 49,0; 51,1; 49,9 e 56,7% de fibra em detergente neutro. Os respectivos consumos de MS e de FDN (porcentagem do peso vivo, %PV) das quatro dietas foram 2,02 e 0,98%PV; 2,23 e 1,13%PV; 2,57 e 1,28%PV e 2,22 e 1,25%PV. As produções médias de leite observadas foram, respectivamente, de 7,6; 7,4; 8,5 e 9,0 kg/vaca/dia.

Os ajustes dos modelos não-lineares aos dados individuais de excreção fecal ou de concentração ruminal dos indicadores externos resultaram em valores de R<sup>2</sup> superiores a 90%. No entanto, as curvas

obtidas por tratamento (Tab. 1 e 2), a despeito de apresentarem menores valores de  $R^2$ , haja vista incluírem o efeito animal, representam de modo mais fidedigno os parâmetros de fluxo de cada dieta.

Tabela 1 Parâmetros da cinética de trânsito da fase sólida de dietas baseadas em cana-de-açúcar ou silagem de milho suplementadas com concentrados, e fornecidas para vacas Holandês x Zebu em lactação<sup>a</sup>

Dietas	$k_1$ (%/h)	$k_2$ (%/h)	TT (h)	$R^2$ do modelo	TRR (h)	TRPOS (h)	TMR (h)
Cana-de-açúcar + fubá de milho	5,63	9,61	23,80	0,7092	17,76	10,41	51,97
Cana-de-açúcar + farelo de trigo	5,97	11,98	17,54	0,6486	16,76	8,35	42,65
Silagem de milho + fubá de milho	5,43	10,32	11,13	0,6802	18,43	9,69	39,24
Silagem de milho + farelo de trigo	5,74	26,15	16,84	0,7745	17,41	3,82	38,08

<sup>a</sup>Dados de excreção fecal de Cr ajustados por dieta, segundo modelo de Grovum & Williams (1973), sendo:  $k_1$  = taxa de passagem no rúmen;  $k_2$  = taxa de passagem no ceco e cólon; TT = tempo de trânsito;  $R^2$  = coeficiente de determinação; TRR = tempo de retenção no rúmen ( $1/k_1$ ); TRPOS = tempo de retenção no ceco e cólon proximal ( $1/k_2$ ); e TMR = tempo de retenção no TGI (TT+TRR+TRPOS).

Tabela 2 Parâmetros da cinética de trânsito da fase líquida de dietas baseadas em cana-de-açúcar ou silagem de milho suplementadas com concentrados, e fornecidas para vacas Holandês x Zebu em lactação<sup>a</sup>

Dietas	$k_p$ (%/h)	$R^2$ do modelo	V (litros)	TR (h)	TRec (nº/24 h)	TF (litros/h)
Cana-de-açúcar + fubá de milho	8,39	0,80	92,2	11,92	2,01	7,73
Cana-de-açúcar + farelo de trigo	7,05	0,82	103,7	14,18	1,69	7,31
Silagem de milho + fubá de milho	7,60	0,94	104,1	13,16	1,82	7,91
Silagem de milho + farelo de trigo	7,33	0,79	116,6	13,64	1,76	8,55

<sup>a</sup>Dados das concentrações ruminais de Co ajustados por dieta (modelo de Colucci, 1984):  $k_p$  = taxa de passagem da fase líquida no rúmen;  $R^2$  = coeficiente de determinação; V = volume de fluido ruminal; TR = tempo de reciclagem ( $1/k_p$ ); TRec = taxa de reciclagem ( $24/TR$ ) e TF = taxa de fluxo ( $V*k_p$ ).

Os valores de taxa de passagem ruminal estimados para as quatro dietas foram bastante próximos entre si (Tab. 1) e semelhantes aos 5,84 e 5,27%/h observados para vacas em lactação recebendo dietas com 60% da MS baseada, respectivamente, em silagem de milho ou em cana-de-açúcar, suplementadas com fubá de milho, farelo de soja e uréia (Magalhães et al., 2006). Trabalhando com vacas Holandês, produzindo 15,3 kg/dia de leite, manejadas sob pastejo em capim-coastcross (*Cynodon dactylon*) suplementado com silagem de milho e 3 kg/vaca/dia de concentrado, Elyas (2007) relatou valores de 9,69%/h para taxa de passagem da fase líquida no rúmen; volume de fluido ruminal de 84,2 litros; tempo de reciclagem de 10,31 h; taxa de reciclagem de 2,33 vezes/24 h, e taxa de fluxo de 8,16 litros/h.

### Conclusões

Vacas Holandês x Zebu em lactação consumindo 0,98 a 1,28% do peso vivo em fibra em detergente neutro não apresentaram diferença na taxa de passagem da fase sólida de dietas baseadas em cana-de-açúcar quando comparadas àquelas com silagem de milho.

### Literatura citada

- COLUCCI, P. E. **Comparative digestion and digesta kinetics in sheep and cattle**. 1984. 230 f. Thesis (Doctor of Philosophy) - University of Guelph, Ontario, 1984.
- ELYAS, A. C. W. **Consumo de material seca e produção de leite de vacas “Holandês” manejadas sob pastejo e utilização do modelo Cornell Net Carbohydrate and Protein System**. 2007. 147 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- GROVUM, W. L.; WILLIAMS, V. J. Rate of passage of digesta in sheep. 4.\* Passage of marker through the alimentary tract and the biological relevance of rate-constants derived from the changes in concentration of marker in faeces. **British Journal of Nutrition**, v. 30, n. 2, p. 313-329, 1973.
- MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. S.; CABRAL, L. S. et al. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 591-599, 2006.