

Comparação de marcadores de fase sólida para medir fluxo de matéria seca e matéria orgânica no duodeno

(Comparison of markers of particulate matter to study the flow of duodenal dry and organic matter)

T.T. Berchielli¹, N.M. Rodriguez², E. Osório Neto³, S.S. Rocha³

¹Departamento de Zootecnia - UNESP
CEP 14870-000 - Jaboticabal - SP

²Departamento de Zootecnia - Escola de Veterinária - UFMG

³Departamento de Química - ICEX - UFMG

RESUMO

Compararam-se dois marcadores externos, óxido crômico e cloreto de itérbio, e dois marcadores internos, fibra detergente neutro (FDN indigestível) e fibra em detergente ácido indigestível (FDA indigestível) para medir fluxo de matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO) no duodeno, em três novilhos com cânulas de rúmen e duodeno alimentados com dietas com as seguintes relações volumoso (V) - concentrado (C): V₈₀C₂₀, V₆₀C₄₀ e V₄₀C₆₀. Por marcadores, os resultados obtidos do fluxo de MS duodenal foram 3816,8, 3269,3, 2739,2 e 2713,2g/d e para MO foram 3305,1, 2841,6, 2392,2 e 2351,3g/d estimados pelo óxido crômico, cloreto de itérbio, FDN e FDA indigestível, respectivamente. Os coeficientes de digestão ruminal da MS expressos como porcentagem do total digerido foram 38,8, 57,8, 80,2 e 81,9% e da MO, 48,4, 65,3, 84,8 e 85,7%, quando estimados pelo óxido crômico, cloreto de itérbio, FDN e FDA indigestível, respectivamente. Conclui-se que as estimativas de fluxos duodenais dependem do tipo de marcadores utilizado e que os marcadores FDN e FDA indigestíveis produzem estimativas equivalentes.

Palavras-Chave: Óxido crômico, cloreto de itérbio, FDN indigestível, FDA indigestível, bovino

ABSTRACT

Two external markers (chromic oxide and ytterbium chloride) and two internal markers (indigestible neutral detergent fiber-NDF and indigestible acid detergent fiber-ADF) were compared in order to determine the flow of dry and organic matter in the duodenum. Three steers with ruminal and duodenal cannulas were fed with roughage: concentrate ratios of 80:20, 60:40 and 40:60. As these ratios as well as animals and experimental periods did not show significant effects, only markers will be discussed. The flow of the duodenal dry matter were 3816.8, 3269.3, 2739.2 and 2713.2g/day and of the organic matter were 3305.1, 2841.6, 2392.2 and 2351.3g/day estimated by chromic oxide, ytterbium chloride, indigestible NDF and indigestible ADF, respectively. The coefficients of ruminal digestion of the dry matter expressed as a percentage of the total digested were 38.8, 57.8, 80.2 and 81.9% and organic matter were 48.4, 65.3, 84.8 and 85.7, when estimated by chromic oxide, ytterbium chloride, indigestible NDF and indigestible ADF, respectively. It was concluded that different markers lead to different estimation of duodenal flow and indigestible NDF and indigestible ADF are equivalent markers.

Keywords: Chromic oxide, ytterbium chloride, indigestible NDF, indigestible ADF, bovine

Alguns componentes da parede celular potencialmente indigestíveis têm sido avaliados como marcadores. A digestibilidade potencial foi definida por Wilkins (citado por Penning & Johnson 1983) como a máxima digestibilidade atingível, quando as condições e a duração da fermentação não são limitantes. Celulose potencialmente indigestível foi estudado por Penning & Johnson (1983) e fibra em detergente neutro e em detergente ácido indigestíveis por Waller et al. (1980) e Cochran et al. (1986). Todos estes autores ressaltaram a necessidade de maiores informações sobre o assunto.

Portanto, há necessidade de se conhecer um marcador de fluxo de fase sólida para que se compreenda melhor a utilização do alimento pelos ruminantes e, com isso, explorar mais racionalmente o aproveitamento de seu potencial nutritivo.

Este trabalho teve como objetivo comparar marcadores de fase sólida, sendo dois marcadores externos, óxido crômico e cloreto de itérbio e dois marcadores internos, fibra em detergente neutro e em detergente ácido indigestível para medir fluxo de matéria seca e matéria orgânica no duodeno.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Escola de Veterinária da UFMG, em Belo Horizonte. Foram utilizados três novilhos mestiços, inteiros com 184kg de peso vivo médio inicial e aproximadamente 10 meses de idade, fistulados no rúmen e no duodeno. Os animais foram alojados em baias individuais com cocho para alimentação e bebedouro, onde foi realizado o controle de consumo.

Os animais recebiam a ração diária em partes iguais, duas vezes ao dia, às 8 e 16 horas. Juntamente com a ração foi fornecido o suplemento mineral (70g/dia).

Foi utilizado feno de "coast cross" como volumoso, combinado com três níveis de concentrado (20, 40 e 60% da matéria seca). Para formulação das dietas foi adotado um consumo de aproximadamente 2,0% do peso vivo (PV) em matéria seca (MS) para as dietas com 20% de concentrado e 2,3% do PV em MS para as dietas

com 40 e 60% de concentrado. O potencial de nitrogênio degradável de cada dieta foi ajustado com uréia (Nutrient...1980 e 1984).

Foram utilizados dois marcadores externos, óxido crômico (Williams et al., 1962) e cloreto de itérbio (Prigge et al., 1981), e dois marcadores internos, fibra em detergente neutro e em detergente ácido indigestível, conforme descrito por Waller et al. (1980). Foi administrado, via cânula ruminal, 10g de óxido crômico e 83mg de cloreto de itérbio, divididos em partes iguais, duas vezes ao dia (8 e 16 horas), sendo importante salientar que os marcadores externos começaram a ser colocados no rúmen do animal cinco dias antes do período de coleta, para que o meio fosse saturado.

Para preparação dos marcadores foram feitos papelotes de 5g de óxido crômico, utilizando papel jornal, e para o itérbio foi pipetado 1mL de uma solução estoque com cloreto de itérbio (83mg de itérbio) e colocada sobre uma porção de feno picado em uma cápsula de gelatina com 10cm de diâmetro. As cápsulas foram usadas imediatamente após a preparação, pois a solução poderia dissolver a gelatina. O feno foi colocado na cápsula para permitir a ligação do itérbio à forragem.

Os animais foram amostrados no duodeno por quatro dias consecutivos (8 e 16 horas no 1º dia, 10 e 18 horas no 2º dia, 12 e 20 horas no 3º dia e 14 horas no 4º dia), obtendo-se uma amostra composta para cada animal. As amostras da digesta duodenal foram congeladas imediatamente para análises posteriores.

Os alimentos foram amostrados semanalmente e amostras de fezes foram obtidas por cinco dias consecutivos e congeladas imediatamente para análises posteriores. É importante salientar que a digesta duodenal e as fezes foram armazenadas em embalagem plástica, conforme recomendação de Prigge et al. (1981), que relataram ser o itérbio absorvido pelo vidro. Nas amostras dos alimentos, digesta duodenal e fezes determinaram-se matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) pelo método de Van Soest (1982). Entretanto, FDN e FDA indigestível foram determinadas conforme Waller et al. (1980) com algumas modificações. A técnica da digestibilidade *in vitro* consistiu em deixar as

amostras em contato com o conteúdo do líquido ruminal, no interior de um tubo de ensaio, onde se tentou reproduzir as condições predominantes do retículo-rúmen (presença de microorganismos, anaerobiose, temperatura de 39°C, poder tampão e pH de 6,9) durante 48 horas, visando repetir o que ocorre *in vivo*. O resíduo do material da digestibilidade não foi filtrado e sim colocado em béquer para a determinação do FDN e FDA.

O fluxo diário de MS no duodeno foi estimado pelo óxido crômico e pelo cloreto de itérbio, conforme a equação:

$$\text{Fluxo de MS duodenal} = \frac{\text{Gramas de indicador fornecido}}{\text{Concentração (g) do indicador/g MS duodenal}}$$

O fluxo diário de MS no duodeno pelo FDN e FDA indigestível foi estimado conforme a equação:

$$\text{Fluxo de MS duodenal} = \frac{\text{MS fecal} \times \% \text{ FDN (ou FDA) na MS fecal}}{\% \text{ de FDN (ou FDA) indigestível na MS duodenal}}$$

O delineamento estatístico utilizado foi o de parcelas subdivididas sob um quadrado latino

(3×3), tendo como parcela principal os níveis de concentrado e como subparcela os marcadores que estimaram fluxo de digesta duodenal. A análise de variância e o teste de comparação de médias foram realizados segundo ANOVA, do Statistical Analysis Systems (SAS, 1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são apresentados apenas em função dos tipos de marcadores, visto que níveis de concentrado, assim como período e animais não apresentaram diferenças significativas para nenhuma das características estudadas. Também não houve diferença significativa para a interação entre marcadores e concentrado.

Os resultados dos fluxos de matéria seca e de matéria orgânica duodenal, digestibilidade da matéria seca e matéria orgânica duodenal, comparando-se os marcadores externos (óxido crômico e cloreto de itérbio) e internos (FDN e FDA indigestíveis) de fluxo duodenal, são apresentados na Tab. 1.

Tabela 1. Médias do fluxo de matéria seca e matéria orgânica duodenal (g/dia) e digestibilidade aparente da matéria seca e da matéria orgânica (%) estimadas por marcadores externos e internos.

Marcadores	Fluxo de MS duodenal (g/dia)	Fluxo de MO duodenal (g/dia)	DAMS* (%)	DAMO** (%)
Óxido crômico	3816,8a	3305,1a	38,8c	48,4c
Cloreto de itérbio	3269,3b	2841,6b	57,8b	65,3b
FDN indigestível	2739,3c	2392,2c	80,2a	84,8a
FDA indigestível	2713,2c	2351,3c	81,9a	85,7a
CV (%)	14,8	15,2	28,2	23,6
EPM	231,6	206,9	9,1	8,4

Médias seguidas de letras designais na coluna diferem entre si pelo teste t (P<0,05); * % do total digerido; DAMS = digestibilidade aparente da matéria seca; DAMO = digestibilidade aparente da matéria orgânica; EPM = erro padrão da média; CV = coeficiente de variação.

Observa-se que os marcadores externos diferiram entre si e ambos diferiram dos marcadores internos, estes, entretanto, conduziram a resultados semelhantes. O óxido crômico resultou em apenas 38,8% de digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), podendo isto ser explicado, possivelmente, por uma baixa recuperação do indicador na digesta ruminal, superestimando o fluxo de matéria seca duodenal e, conseqüentemente, subestimando a DAMS. Valores semelhantes foram observados por Utley et al. (1970) e Valadares Filho (1990).

Os valores obtidos para o cloreto de itérbio como marcador de fluxo de matéria seca duodenal e para DAMS também apresentaram alta variação, porém com valores melhores que os obtidos para o óxido crômico e mais próximo dos valores encontrados para FDN e FDA indigestíveis, cujos resultados não diferiram estatisticamente entre si. Siddons et al. (1985) obtiveram valores satisfatórios ao utilizarem o itérbio como marcador de fluxo de matéria seca duodenal e de menor confiança, trabalhando com o FDA indigestível para determinação do fluxo duodenal.

Portanto, obtiveram-se valores de fluxo de matéria orgânica duodenal superestimado e, conseqüentemente, DAMO subestimada, sendo o pior resultado encontrado para o óxido crômico, no qual se obteve média de 48,4% para DAMO, provavelmente devido à baixa recuperação desse marcador. O uso do cloreto de itérbio como marcador também resultou em baixa digestibilidade de matéria orgânica, concordando com os dados obtidos por Teeter et al. (1984), ao relatarem que o itérbio deprimiu a digestão da matéria orgânica. Coleman et al. (1984) também verificaram que altos níveis de itérbio adsorvidos sobre o substrato causaram diminuição da digestão da parede celular.

Pelos dados apresentados na Tab. 1 observa-se que entre os marcadores estudados os melhores são FDN e FDA indigestíveis, pois não diferiram estatisticamente entre si em nenhuma das características estudadas, apresentando igualmente os melhores resultados quando comparados com os outros marcadores.

FDN e FDA indigestíveis também apresentaram menor variabilidade nos resultados de Valadares Filho¹ (informação verbal). Os resultados de DAMS e DAMO foram semelhantes aos encontrados por Garcia (1982), mas superiores aos de outros trabalhos (Valadares Filho et al., 1990; Cameron et al., 1991), que relataram digestibilidade ruminal média de 65%, resultado superior aos encontrados com óxido crômico e cloreto de itérbio.

Portanto, devido às discrepâncias de resultados encontrados na literatura, é relevante salientar, conforme Owens & Goetsch (1988), que o fluxo de matéria seca é muito importante quando se quer estudar partição da digestão, porque a partir desses valores são determinados os fluxos de todos os nutrientes, pois os erros obtidos no fluxo de matéria seca afetarão todos os resultados de digestão dos nutrientes e, principalmente, a eficiência de síntese de proteína microbiana.

A escolha de um marcador para medir fluxo de MS e MO duodenal é muito complexa pelo fato de não se ter um parâmetro como quando se usa a coleta total de fezes para determinar digesti-

bilidade, tendo-se que adotar um marcador. Portanto, marcadores têm disputado, e deverão continuar a disputar, um papel-chave no avanço do entendimento da digestão (Owens & Hanson, 1992).

CONCLUSÕES

FDN e FDA indigestíveis podem ser utilizados como marcadores de fluxo de fase sólida com alguma confiabilidade. Óxido crômico e cloreto de itérbio superestimaram o fluxo de matéria seca e de matéria orgânica duodenal, conseqüentemente subestimaram a digestibilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMERON, M.R., KLUSMEYER, T.R., LYNCH, G.L. et al. Effects of urea and starch on rumen fermentation, nutrient passage to the duodenum, and performance of cows. *J. Dairy Sci.*, v. 74, p.1321-1336, 1991.
- COCHRAN, R.C., ADAMS, D.C., WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation potential markers. *J. Anim. Sci.*, v.63, p.1476-1483, 1986.
- COLEMAN, S.W., EVANS, B.C., HORN, G.W. Some factors influencing estimate of digesta turnover rate using markers. *J. Anim. Sci.*, v.58, p.979-986, 1984.
- COMBS, D.K., SATTER, L.D. Determination of markers in digesta and feces by direct current plasma emission spectroscopy. *J. Dairy Sci.*, v.75, p.2176-2183, 1992.
- DELCURTO, T., COCHRAN, R.C., NAGARAJA, T.G. et al. Comparison of soybean meal/sorghum grain, alfafa hay and dehydrated alfafa pellets as supplemental protein for beef cattle consuming dormant tallgrass-prairie forage. *J. Anim. Sci.*, v.68, p.2901-2915, 1990.
- ELLIS, W.C. Dysprosium as an indigestible marker and its determination by radioactivation analysis. *J. Agr. Food Chem.*, v.16, p.220-224, 1968.
- ELLIS, W.C., HUSTON, J.E. 144Ce, 144Pr as a particulate digesta flow rate marker in ruminants. *J. Nutr.*, v.95, p.67-68, 1968.
- ELLIS, W.C., MATIS, J.H., LASCANO, C. Quantitating ruminal turnover. *Fed. Proc.*, v.38, p.2702-2705, 1979.
- GARCIA, P.B. *Digestão parcial e total de carboidratos em quatro diferentes grupos genéticos de novilhos*. Viçosa: UFV, 1982. 68p. Tese (Mestrado).
- GIRARD, V., PELLETIER, G. Interpretation of nonsteady state rumen liquid marker dilution curves. *Can. J. Anim. Sci.*, v.67, p.563-567, 1987.

¹ Sebastião de Campos Valadares Filho (UFV. Depto. de Zootecnia, Viçosa-MG)

- NUTRIENT requirements of ruminant livestock. Tarnhan Royal: Agricultural Research Council, 1980. 351p.
- NUTRIENT requirements of ruminant livestock. Tarnhan Royal: Agricultural Research Council, 1984, Suppl. 1. 45p.
- OWENS, F.N., GOETSCH, A.L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D.C. (ed.). *The ruminant animal digestive physiology and metabolism*. New Jersey: Prentice Hall, 1988. p.145-171.
- OWENS, F.N., HANSON, C.F. Symposium: external and internal markers. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. *J. Dairy Sci.*, v.75, p.2605-2617, 1992.
- PENNING, P.D., JOHNSON, R.H. The use of internal markers to estimate herbage digestibility and intake. 1- Potentially indigestible cellulose and acid insoluble ash. *J. Agric. Sci.*, v.100, p.127-131, 1983.
- PRIGGE, E.C., VARGA, G.A., VICINI, J.L. et al. Comparison of ytterbium chloride and chromium sesquioxide as fecal indicators. *J. Anim. Sci.*, v.53, p.1629-1633, 1981.
- QUIROZ, R.A., POND, K.R., TOLLEY, E.A. et al. Selection among non linear models for rate of passage studies in ruminants. *J. Anim. Sci.*, v.66, p.2977-2986, 1988.
- SAS Users'guide:statistics. 5.ed. Cary: SAS Institute, 1985. v.1, 956p.
- SIDDONS, R.C. PARADINE, J., BEEVER, D.E.. Ytterbium acetate as a particulate digesta-flow marker. *Brit. J. Nutr.*, v.54, p.509-519, 1985.
- TEETER, R.G., OWENS, F.N., MADER, T.L. Ytterbium chloride as a marker for particulate matter in the rumen. *J. Anim. Sci.*, v.58, p.465-473, 1984.
- UTLEY, P.R., BOLING, J.A., BRADLEY, N.W. et al. Recovery of radioactive chromic oxide from the bovine gastro intestinal tract. *J. Nutr.*, v.100, p.1227-1231, 1970.
- VALADARES FILHO, S.C. SILVA, J.F.C., LEÃO, M.I. et al. Digestão total e parcial digestão da matéria seca, matéria orgânica e carboidratos em novilhos holandeses, nelores e búfalos mestiços. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v.19, p.416-423, 1990.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminants*. Corvallis, Oregon: O. & B. Books, 1982. p.374.
- WALLER, J., MERCHEN, N., HANSON, T. et al. Effect of sampling intervals and digesta markers on abomasal flow determinations. *J. Dairy Sci.*, v.50, p.1122-1126, 1980.
- WILLIAMS, C.H., DAVID, D.J., ISMAA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. *J. Anim. Sci.*, v.59, p.381-385, 1962.