

Avaliação de indicadores na estimação da excreção fecal e da digestibilidade em ruminantes

Markers evaluation on estimation of faecal output and digestibility in ruminants

CABRAL, Luciano da Silva ^{1*}; VALADARES FILHO, Sebastião de Campos²; DETMANN, Edenio²; ZERVOUDAKIS, Joanis Tilemahos¹; SOUZA, Alexandre Lima de⁴; VELOSO, Rafael Gonçalves⁵

¹-Zootecnista, FAMEV-UFMT, Coxipó, Cuiabá-MT, Brasil.

²-Zootecnista, DZO/CCA-UFV, Viçosa-MG, Brasil.

³-Zootecnista, DNAP/IZ-UFRRJ, Seropédica-RJ, Brasil.

⁴-Zootecnista, ICEN-UFMT, Rondonópolis -MT, Brasil.

⁵-Zootecnista, EPAMG, Uberaba-MG, Brasil.

*Endereço para correspondência: joanist@uol.com.br

RESUMO

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a acurácia de indicadores internos e externos na estimativa da digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS) e da excreção fecal (EF) em bovinos, alimentados com dietas à base das silagens de milho de capim-elefante e feno de capim-Tifton 85. Foram avaliadas a fibra em detergente neutro indigestível (FDNI) e a fibra em detergente ácido indigestível (FDAI), como indicadores internos, e o óxido crômico, como indicador externo, os quais foram comparados à digestibilidade obtida por meio da coleta total de fezes, medida em seis bovinos. A FDNI e a FDAI foram determinadas *in vitro* após 144 horas de incubação com líquido ruminal de bovinos. A EF e a DAMS foram acuradamente preditas a partir do cromo e da FDNI, entretanto, com a utilização da FDAI, houve superestimação da EF e, conseqüentemente, subestimação da DAMS para a dieta à base de feno de capim-Tifton 85. A utilização da FDAI obtida *in vitro* como indicador da EF e da DAMS necessita de mais investigação e padronização de métodos.

Palavras-chave: bovinos, cromo, FDAi, FDNi

INTRODUÇÃO

A busca de métodos para a estimação do valor nutritivo dos alimentos tem sido alvo de inúmeras pesquisas nacionais e

SUMMARY

The present work was carried out in order to evaluate the accuracy of internal and external markers on apparent dry matter digestibility (ADMD) and faecal excretion (FE) estimative in cattle fed diets with corn silage, elephant grass silage and Tifton-85 bermudagrass hay. The indigestible neutral detergent fiber (INDF) and indigestible acid detergent fiber (IADF) obtained *in vitro* were used as internal markers and the chromium as external marker, which were compared to the digestibility obtained by total collection of faeces, measured from six bovines. INDF and IADF were determined *in vitro* after 144 hours incubation with ruminal liquid from cattle. FE and ADMD were accurately predicted by chromium and INDF. IADF overestimated FE and underestimated ADMD for the diet based of Tifton-85 bermudagrass hay. The IADF utilization obtained *in vitro* as marker of FE and ADMD need more investigations and methods standardization.

Keywords: cattle, chromium, IADF, INDF

internacionais na nutrição de ruminantes, uma vez que os ensaios com animais são caros, laboriosos e relativamente longos (PELL & SCHOFIELD, 1993). Entretanto, os métodos *in vivo* continuam sendo

importantes, uma vez que são referência, tanto na avaliação dos alimentos, como na validação dos métodos de estimação.

A determinação da digestibilidade tem sido o principal objetivo da experimentação *in vivo*, uma vez que essa variável indica a disponibilidade dos nutrientes dos alimentos no trato gastrointestinal dos animais, envolvendo mensurações de consumo e da excreção fecal. Considerando-se o elevado consumo de alimentos pelos ruminantes de grande porte e a proporcional excreção fecal, a coleta total de fezes por determinado período de tempo torna-se muito laboriosa, o que levou à utilização de indicadores para a estimação da excreção fecal e da digestibilidade (COCHRAN et al., 1986).

Indicadores são compostos indigestíveis, inerentes aos alimentos ou adicionados a eles, o que os classifica como internos ou externos, respectivamente, e como não absorvidos pelo trato gastrointestinal (TGI) dos animais (OWENS & HANSON, 1992). Dessa forma, a relação entre a quantidade presente na dieta e a respectiva concentração fecal permite a quantificação da digestibilidade. Os autores sugerem que um indicador deve apresentar as seguintes características para ser considerado como ideal: (1) não deve ser absorvido pelo trato gastrointestinal; (2) não deve afetar ou ser afetado pelo trato gastrointestinal e sua população microbiana; (3) deve escapar do rúmen numa taxa compatível com a digesta ou fração a ser marcada; (4) deve ter método sensível e específico de determinação. Entretanto, em princípio, nenhum dos indicadores atualmente utilizados satisfaz todas essas premissas (OWENS & HANSON, 1992).

Dos indicadores externos, o óxido crômico tem sido o mais amplamente utilizado em estudos de digestão, entretanto, por apresentar passagem pelo TGI distinta daquela dos constituintes dos alimentos e, devido à variação diurna na excreção fecal, torna-se necessária a obtenção de coletas

mais frequentes (TITGEMEYER, 1997). Esse fato tem contribuído para a busca de indicadores alternativos, tais como os internos, em ensaios de digestão.

Embora seja extensa a utilização de indicadores para a estimação da excreção fecal e da digestibilidade das dietas, poucos estudos têm verificado a acurácia de tais estimativas (COCHRAN et al., 1986; BERCHIELLI et al., 2000), o que torna necessária a comparação dessas estimativas com dados obtidos da coleta total de fezes. Sendo assim, o presente trabalho objetivou avaliar a acurácia da FDNI, FDAI e do óxido crômico na obtenção de estimativas da excreção fecal (EF) e da digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS) em bovinos, por intermédio do confronto dessas estimativas com os valores obtidos pela coleta total de fezes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório Animal do Departamento de Zootecnia da UFV. Foram utilizados seis bovinos mestiços com peso vivo médio inicial de 350kg, os quais foram submetidos a dietas à base das silagens de milho (*Zea mays* L.), de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Shum cv. Napier) e de feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon spp.*) (CABRAL, 2002), durante três períodos, tendo cada período duração de 19 dias, os 10 primeiros destinados à adaptação dos animais às dietas, os seis dias subsequentes destinaram-se à coleta de amostras de fezes a cada 26 horas, para obtenção das estimativas de excreção fecal (EF), e os três últimos dias de cada período foram à coleta total de fezes. A partir do 5º dia de cada período, foram administrados 15g de óxido crômico diariamente a cada animal, às 11:00 horas, mantendo-se a dose até o 16º dia de cada período (CABRAL, 2002).

Ao longo do experimento, foram realizadas determinações diárias da quantidade de matéria seca ofertada, de sobras e, conseqüentemente, do consumo de matéria seca. A obtenção dos valores estimados (indicadores) ou determinados (coleta total de fezes) para a DAMS deu-se pela diferença entre o consumo de matéria seca menos a EF. A avaliação dos indicadores foi realizada com os dados provenientes dos dois últimos períodos, onde foram avaliadas a fibra insolúvel em detergente neutro indigestível (FDNI), e a fibra insolúvel em detergente ácido indigestível (FDAI) obtidas *in vitro* e o óxido crômico na predição da EF e da DAMS.

As amostras dos alimentos, das sobras e de fezes coletadas foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas. Adiante, foram pesadas, moídas em moinho com peneiras de 1 mm e submetidas às determinações de cromo (WILLIAMS et al., 1962), FDNI e FDAI *in vitro*, durante 144 horas, conforme Cochram et al. (1986).

A estimação da excreção fecal a partir da FDNI, FDAI e do cromo foi procedida pela relação entre a quantidade do indicador (FDNI, FDAI ou cromo), presente na dieta ou administrada diariamente (no caso do cromo), e a concentração do indicador presente nas fezes (COCHRAN et al., 1986; TITGEMEYER, 1997).

Os dados de EF e DAMS, para as dietas utilizadas, foram analisados por intermédio do seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + P_j + e_{ijk} + M_l + TM_{il} + e_{ijklm}$$

Em que,

μ = efeito constante;

T_i = efeito do tratamento ou dieta i;

P_j = efeito do bloco ou período j;

e_{ijk} = efeito residual das parcelas;

M_l = efeito da metodologia l;

TM_{il} = efeito da interação entre tratamento i e metodologia l;

e_{ijklm} = erro aleatório pressuposto NID (0, σ^2).

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com duas repetições por tratamento dentro de cada bloco, adotando-se esquema de sub-divisão das parcelas em função das metodologias, adotando-se $\alpha = 0,05$, pelo teste de Dunnett.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, é apresentada a composição químico-bromatológica das dietas utilizadas, onde podendo ser notado que as dietas eram baseadas em feno de capim-Tifton 85 e silagem de capim-elefante apresentaram elevados percentuais de FDN, FDNi e FDAi, quando comparadas à dieta à base de silagem de milho.

Na Tabela 2, são apresentados os resultados da análise de regressão entre os valores preditos e os observados. A princípio, a predição da excreção fecal e da digestibilidade aparente foi acurada utilizando qualquer um dos indicadores, uma vez que o intercepto não diferiu do valor paramétrico zero, ou seja, aceita-se a hipótese de nulidade $H_0^{(a)} : \beta_0 = 0$. O coeficiente angular da regressão não diferiu do valor paramétrico 1, onde também aceita-se $H_0^{(b)} : \beta_1 = 1$. Entretanto, para a excreção fecal, o coeficiente angular da regressão (β_1) para a FDAI não diferiu de zero, mas também não diferiu do valor paramétrico 1, o que pode ser atribuído ao elevado coeficiente de variação para o indicador na estimação da excreção fecal.

Embora não tenha sido verificada diferença entre o intercepto e o coeficiente angular da regressão dos valores preditos sobre os observados para os indicadores avaliados, nota-se que os coeficientes citados para a FDNI aproximaram-se mais dos valores paramétricos zero e 1 e, para a FDAI, obtiveram-se os valores mais distantes dos valores paramétricos.

Tabela 1. Teores médios (% na MS) de proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), FDN corrigida para cinzas e proteínas (FDNcp), carboidratos não-fibrosos e FDN indigestível (FDNI) obtidos para as dietas à base de silagem de milho (SM), feno de capim-Tifton 85 (FCT) e silagem de capim-elefante (SCE)

Variáveis	Dietas		
	SM	FCT	SCE
PB	11,33	10,66	10,63
MM	5,79	6,73	10,65
EE	2,39	1,38	1,52
CT	80,47	82,63	71,20
FDN	52,08	80,02	69,03
FDNcp	48,92	73,72	63,07
CNF	31,56	8,90	14,13
FDNI	17,43	35,40	29,43
FDAI	14,76	22,00	19,50

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros relativos à regressão dos valores preditos sobre os observados, considerando o modelo completo ($Y = \beta_0 + \beta_1 X$) e coeficiente de variação para a excreção fecal e a digestibilidade aparente da matéria seca estimadas pelo óxido crômico (CR), fibra em detergente neutro indigestível (FDNI) e fibra em detergente ácido indigestível (FDAI)

Itens	Modelo completo		CV(%)
	β_0	β_1	
Excreção fecal			
CR	0,41	0,83	21,48
FDNI	-0,19	1,11	17,08
FDAI	-0,51	1,43	44,98
Digestibilidade aparente da matéria seca			
CR	21,37	0,63	11,37
FDNI	0,76	0,98	6,73
FDAI	-54,52	1,84	24,93

Na Tabela 3, são apresentados os resultados da análise de variância para os indicadores avaliados, em contraste aos valores de EF e DAMS obtidos pela coleta total de fezes para as respectivas dietas utilizadas.

Tanto para a EF quanto para a DAMS, os indicadores não diferiram da coleta total de fezes para as dietas à base das silagens de milho e capim-elefante (Tabela 3). Entretanto, para a dieta à base de feno de capim-Tifton 85, a FDAI superestimou a EF e, conseqüentemente, subestimou a DAMS. Tal comportamento para a FDAI não tem

sido verificado na literatura nacional e internacional e, portanto, carece de explicação.

Embora alguns autores concluam que a utilização de indicadores internos obtidos *in vitro* deva ser cuidadosa (COCHRAN et al., 1986), baseado no fato de que a indigestibilidade pode não ser obtida nesses sistemas, Van Soest (1994) sugeriu que a utilização da FDAI e FDNI obtidas *in vitro* pode gerar estimativas mais precisas da digestibilidade, uma vez que a incubação ruminal por longos períodos de tempo pode

resultar em influxo de partículas nos sacos de incubação, causando considerável

variação nos resíduos.

Tabela 3. Valores médios para a excreção fecal e digestibilidade aparente da matéria seca determinados pela coleta total de fezes e estimados pelo cromo, FDNI e FDAI para as dietas à base de silagens de milho, de feno de capim-Tifton 85 e silagem de capim- elefante

Item	Dietas		
	SM	FCT	SCE
	Excreção Fecal (kg/dia)		
Coleta total	2,285	2,235	2,258
Cromo	2,088	2,675	2,115
FDNI	2,119	2,713	2,124
FDAI	2,119	4,074*	1,931
	Digestibilidade aparente da matéria seca (%)		
Coleta total	64,49	51,28	55,25
Cromo	65,72	51,80	53,91
FDNI	66,00	51,03	53,45
FDAI	64,86	28,21*	57,99

* diferente estatisticamente da coleta total de fezes pelo teste de Dunnett (P<0,05)

Berchielli et al. (2000), nesse mesmo contexto, verificaram que a estimação da digestibilidade dos nutrientes, quando foi realizada pela utilização de indicadores internos determinados *in vitro* durante seis dias, não diferiu dos valores obtidos pela coleta total de fezes.

Considerando-se os diversos trabalhos verificados na literatura nacional e internacional (COCHRAN et al., 1986; BERCHIELLI et al., 2000; ÍTAVO, 2001), nota-se que a FDAI tem proporcionado a obtenção de estimativas adequadas da EF e da DAMS, para ruminantes, e que, provavelmente, a obtenção *in vitro* deva ser estudada e padronizada.

Alguns autores têm sugerido que a utilização da FDAI tem se mostrado em melhor indicador na estimação da EF e da DAMS em bovinos do que a FDNI, pois tem apresentado maior precisão das estimativas. Entretanto, convém ressaltar que algumas dessas conclusões foram estabelecidas apenas considerando-se a precisão do indicador e não a sua acurácia, pois muitos dos trabalhos de pesquisa realizados no Brasil, objetivando a avaliação de

indicadores, não têm realizado a coleta total de fezes, o que impossibilita conclusões definitivas.

Dessa forma, a avaliação de indicadores, apenas pela sua precisão, limita o espaço de inferência das conclusões, uma vez que a avaliação da sua acurácia, provavelmente, é o principal objetivo desse tipo de trabalho.

Detmann (1999) avaliou indicadores internos e externos para estimação da DAMS em bovinos a pasto e concluiu que a FDNI e a matéria seca indigestível (MSI) foram mais eficientes na obtenção das estimativas do que a FDAI, tendo essa última apresentado elevado coeficiente de variação, quando comparada aos dois primeiros indicadores.

Zeoula et al. (2002) verificaram que a recuperação fecal da FDNI não diferiu de 100%, proporcionando a obtenção de coeficientes de DAMS e MO semelhantes aos oriundos da coleta total de fezes e que a recuperação da FDAI não proporcionou a obtenção de estimativas acuradas da DAMS, comportamento semelhante ao do presente estudo.

Considerando as premissas que tornam um indicador ideal, de que a sua capacidade em

predizer a EF ou a DAMS deve contemplar vários grupos de alimentos ou dietas, e não apenas um grupo ou número limitado, pode-se inferir que a FDAI não se comportou como indicador adequado na obtenção de estimativas da EF e da DAMS para uma das três dietas avaliadas. Contrariamente, o cromo e a FDNI foram adequados na estimação da EF e da DAMS para todas as dietas avaliadas, proporcionando a obtenção de estimativas acuradas, quando comparadas aos dados obtidos pela coleta total de fezes.

CONCLUSÕES

A utilização do cromo e da FDNI na estimação da EF e da DAMS gerou estimativas acuradas para as dietas utilizadas.

A FDAI obtida *in vitro* gerou valores superestimados para a EF e subestimados para a DAMS para a dieta à base de feno de capim-Tifton 85.

REFERÊNCIAS

BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C. L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.830-833, 2000.

CABRAL, L.S. **Avaliação de alimentos para ruminantes por intermédio de métodos in vivo e in vitro**. 2002. 132f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

COCHRAN, R. C.; ADAMS, D. C.; WALLACE, J. D.; GALYEAN, M. L. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p. 1476-1483, 1986.

DETMANN, E. **Cromo e constituintes da forragem como indicadores, consumo e parâmetros ruminais em novilhos mestiços, suplementados, durante o período das águas**. 1999. 103f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

ÍTAVO, L. C. V. **Consumo, digestibilidade e eficiência microbiana de novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado, utilizando diferentes indicadores e períodos de coleta**. 2001. 99f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

OWENS, F. N.; HANSON, F. H. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.9, p.2605-2617, 1992.

PELL, A. N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.76, n. 9, p. 1063-1073, 1993.

TITGEMEYER, E. C. Design and interpretation of nutrient digestion studies. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2235-2247, 1997.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed., New York: Cornell University Press, Ithaca, 1994. 476p.

WILLIAMS, C. H.; DAVID, D. J.; IISMA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, p.381, 1962.

ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; DIAN, P. H. M., GERON, L. J. V., CALDAS NETO, S. F., MAEDA, E. M., PERON, P. D. P., MARQUES, J. A., FALCAO, J. S. Recuperação fecal de indicadores internos avaliados em ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1865-1874, 2002.

Data de recebimento: 17/07/2007

Data de aprovação: 05/02/2008